

ARQUITECTURA TÉCNICA PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA NUEVA PISCINA Y ESCUELA DE CASTELLNOU

Projectistas: Silvia Martínez Aler y Aida Llobet Méndez

Directores: Inmaculada Rodríguez Cantalapiedra y Juan Ramón Rosell Amigó

Convocatoria: Octubre 2009

RESUMEN

Para realizar este Proyecto se ha escogido un complejo deportivo, formado por dos piscinas, un minigolf, una pista de frontón, varias pistas de tenis, un bar, una zona de picnic, y una gran cantidad de cambiadores individuales y lavabos. Este recinto se encuentra en estado de abandono desde hace unos 30 años aproximadamente, y está situado en la urbanización de Castellnou que pertenece al municipio de Rubí.

Del complejo citado se pretende mantener únicamente la piscina olímpica y su grada principal, demoliendo el resto de la edificación existente para poder realizar una escuela que albergará a estudiantes desde infantil hasta bachillerato. El principal objetivo de este Proyecto es realizar el estudio energético de la nueva piscina y escuela pública de Castellnou con la finalidad de obtener un mayor grado de eficiencia energética para el recinto de la escuela, y una menor carga térmica en el caso del recinto de la piscina.

El diseño de la nueva escuela se ha basado en los *“Criterios para la construcción de nuevo edificios para centros docentes públicos”* del Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña, en el cual a través del cumplimiento del programa de necesidades compuesto por dos líneas, es decir, dos clases por curso académico, se ha llegado a la distribución de las diferentes estancias que formarán el recinto de la escuela.

Este diseño, que debería haber sido proyectado por un Arquitecto, se ha tenido que realizar para saber cómo quedaría la ordenación del solar y así poder efectuar el estudio de la demanda energética del recinto de la escuela mediante el programa Design Builder. Se han realizado dos hipótesis: en la primera de ellas se ha comprobado la demanda energética únicamente con el edificio sin ningún tipo de mejora, obteniendo un grado de eficiencia energética C, que expresa que el consumo de energía anual se encuentra entre el 75% y el 90% de la media de referencia; en esta situación, la caldera consume 48,2 MWh y el refrigerador 8,5 MWh, generando unas emisiones de CO₂ por m² de 18,53 kg. En la segunda hipótesis se han introducido diferentes mejoras con respecto a la anterior: la instalación de agua caliente sanitaria; la incorporación de lamas en las ventanas a este, oeste y sur; el cambio de acristalamiento de simple a doble; el aumento del 40% del aislamiento y la incorporación de una barrera de vapor en paredes exteriores y cubiertas; y el aumento del espesor de la pared exterior del edificio. Con estos cambios obtenemos un grado de eficiencia energética B, que mejora una posición respecto al grado de la primera hipótesis. El grado obtenido expresa que el consumo de energía anual se encuentra entre el 55% y el 75% de la media; en esta situación, se observa como la caldera consume 45,4 MWh y el refrigerador 4,3 MWh, generando unas emisiones de CO₂ por m² de 17,56 kg. Comparando ambos resultados se contempla que la opción más válida sería la segunda, ya que se ha

mejorado un grado energético respecto la primera, y tanto el consumo como las emisiones de CO₂ generadas han disminuido.

De la edificación que se ha mantenido, es decir la piscina olímpica y su grada principal, se le ha realizado un cerramiento para convertirla en una piscina cubierta y poder disfrutar de ella durante todo el año. La estructura que soportará a este cerramiento estará formada por zapatas aisladas de hormigón armado, pilares de madera laminada encolada y un forjado constituido por vigas y viguetas del mismo material que los pilares. Para efectuar el cerramiento anteriormente nombrado, se ha elaborado un estudio sobre qué tipo de envolvente será la más óptima para que las cargas térmicas del recinto sean las menores. Las 5 envolventes estudiadas son: fachada tradicional con muro de 14 cm, fachada tradicional con muro de 28cm, fachada tradicional con muro de 14 cm y aplacado de madera, fachada ventilada de fábrica y fachada ventilada de GRC. A estos cerramientos, primero se les ha realizado la comprobación del cumplimiento de los apartados incluidos en el CTE-DB-HE1 (demanda energética, condensaciones y permeabilidad al aire); en la cual el único que no ha cumplido con los requisitos es la fachada ventilada de GRC, que se descarta. Al resto se les ha efectuado el estudio de las cargas térmicas para verificar con cuál de ellos se obtiene la menor. Tras los resultados conseguidos se ha llegado a la conclusión de que el cerramiento con menos carga térmica y por lo tanto más eficiente para el recinto de piscina es el formado por una fachada tradicional con muro de 14 cm añadiendo un aplacado de madera al exterior.

Anteriormente, en el estudio de la demanda energética del recinto de la escuela, se ha comentado que se ha introducido una instalación de agua caliente sanitaria para mejorar su demanda. La producción de A.C.S. constará de 20 colectores solares y necesitará un depósito de 2.849 litros, por lo tanto se utilizará uno de 3.000 litros ya que es el que se encontrará en el mercado. Para completar el Proyecto, se ha realizado la instalación para el calentamiento del agua de la piscina, que constará de 105 colectores solares, y no necesitará ningún depósito ya que el mismo vaso de la piscina hace su función. Tanto los colectores de A.C.S. como los del calentamiento de la piscina se han colocado en la cubierta de la zona de primaria, a una orientación sur y una inclinación de 40°. Se han realizado los cálculos sobre las emisiones contaminantes y la amortización de las instalaciones, para determinar si son más rentables por separado o ambas conjuntas. Se ha llegado a la conclusión de que es más rentable el uso de las dos instalaciones conjuntas, usando gas natural con una caldera de condensación como energía auxiliar. De esta manera las instalaciones se habrán amortizado en 17 años.

Asimismo, se ha elaborado un pequeño estudio sobre la demolición de la edificación existente que no se va a mantener, en la cual se clasifican los diversos tipos de residuos que se encuentran y sus métodos tanto de tratamiento de extracción, acopio y transporte.

1. ÍNDICE

RESUMEN 1

1. ÍNDICE 3

2. PREFACIO 5

2.1. ORIGEN DEL PROYECTO 5

3. EMPLAZAMIENTO 6

3.1. HISTORIA 6

3.2. IMPLANTACIÓN Y CONDICIONES URBANÍSTICAS Y TERRITORIALES 8

4. INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE10

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE10

4.2. ESTADO ACTUAL11

4.3. PRUEBAS A EFECTUAR EN EL MURO DE CONTENCIÓN13

4.4. LOCALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL ESTADO ACTUAL15

5. NECESIDADES DEL PROYECTO20

5.1. PROGRAMA DE NECESIDADES20

5.2. CRITERIOS DE DISEÑO23

5.2.1. SOLAR 23

5.2.2. EL CENTRO..... 23

5.2.3. ZONAS DE CIRCULACIÓN 23

5.2.4. PUERTAS 23

5.2.5. RAMPAS 24

5.2.6. ESCALERAS..... 24

5.2.7. ASCENSORES 24

5.2.8. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y SOPORTE 24

6. MEMORIA DE LA PROPUESTA25

6.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA25

6.1.1. DISTRIBUCIÓN 25

6.1.2. MATERIALES..... 26

6.2. ESQUEMAS DE LAS PLANTAS DE LA PROPUESTA27

6.3. CUADROS DE SUPERFICIES29

7. ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL RECINTO ESCOLAR31

7.1. WEATHER TOOL 31

7.2. DESIGN BUILDER..... 32

7.2.1. HIPÓTESIS 1 33

7.2.2. HIPÓTESIS 2 33

7.3. ENERGÍA SOLAR 35

7.3.1. DATOS PREVIOS 35

7.3.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PARA ACS 36

7.3.3. UBICACIÓN DE LOS CAPTADORES 37

7.3.4. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL Y AMORTIZACIÓN 37

8. ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL RECINTO DE LA PISCINA..... 38

8.1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA 38

8.1.1. DATOS PREVIOS 39

8.1.2. DEMANDA ENERGÉTICA 39

8.1.3. CONDENSACIONES 41

8.1.4. PERMEABILIDAD 42

8.2. CARGAS TÉRMICAS 43

8.2.1. CONDICIONES DE PROYECTO..... 43

8.2.2. CARGAS TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN (VERANO) 43

8.2.3. CARGAS TÉRMICA DE CALEFACCIÓN (INVIERNO)..... 45

8.2.4. CARGAS TOTALES..... 46

8.3. ENERGÍA SOLAR 46

8.3.1. DATOS PREVIOS 46

8.3.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PARA EL CALENTAMIENTO DE LA PISCINA 47

8.3.3. UBICACIÓN DE LOS CAPTADORES 48

8.3.4. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL Y AMORTIZACIÓN 48

8.4. ESTRUCTURA DEL RECINTO 49

8.4.1. ACCIONES PREVISTAS DE CÁLCULO..... 49

8.4.2. FORJADO 50

8.4.3. PILARES 50

8.4.4. CIMENTACIÓN 50

9. CONCLUSIONES..... 52

10. BIBLIOGRAFÍA 53

ANEXOS55

ANEXO 1: PLANOS57

ANEXO 2: MEMORIA DE DEMOLICIÓN137

ANEXO 3: ESTUDIO DEL GRADO DE EFICIENCIA DE LA ESCUELA145

ANEXO 4: ESTRATEGIAS SOLARES185

ANEXO 5: CTE-DB HE1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA DE LA PISCINA211

ANEXO 6: CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS PARA EL RECINTO DE LA PISCINA239

ANEXO 7: CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PARA EL RECINTO DE LA PISCINA253

ANEXO 8: CATÁLOGOS Y TABLAS273

2. PREFACIO

2.1. Origen del proyecto

Con los objetivos de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, se quiere diseñar una escuela a partir de una edificación existente, en nuestro caso unas piscinas en Castellnou. De la edificación existente se mantendrá una parte (la piscina olímpica, la grada principal, y las estancias situadas debajo de la misma), y otra se derribará ya que no se podrá aprovechar para la futura edificación. De esta manera se podrá poner en práctica los conocimientos obtenidos en asignaturas de Estructuras y en las diferentes asignaturas de Construcción, tanto para el derribo de la edificación existente como para el diseño de la edificación futura.

El diseño de la escuela se ha basado en los *“Criterios para la construcción de nuevo edificios para centros docentes públicos”* del Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña, ya que el Arquitecto Técnico es el responsable de la ejecución de una obra, no de su diseño, que sería trabajo de los Arquitectos; a pesar de ello se ha tenido que realizar la distribución de la escuela para saber cómo quedaría la ordenación del solar y poder realizar nuestros objetivos principales que se comentarán a continuación.

El primer objetivo de este proyecto será realizar el estudio de la demanda energética del recinto de la escuela mediante un programa informático diseñado para ello (Design Builder). Se realizarán varias hipótesis para determinar cuál de ellas ofrece una mejor demanda energética. Para ello se efectuarán diversas mejoras, entre ellas el diseño y dimensionado de una instalación de agua caliente sanitaria (A.C.S.), tanto para el recinto de la escuela como para los vestuarios del recinto de la piscina. La instalación se realizará mediante un sistema de energía solar térmica de baja temperatura, como medio de aportación de calor. Se comprobará el correspondiente beneficio ambiental y social por el ahorro de emisiones contaminantes y también la amortización de la instalación, de manera que se determinará si favorecerá a la demanda energética de la escuela, o no.

El segundo objetivo se centrará en la ejecución de la piscina (cálculo de la estructura) y en el sistema de la envolvente (cubiertas con vigas de madera laminada encolada y cerramiento a estudiar mediante el cumplimiento del CTE-DB-HE1), también se realizará un estudio de las cargas térmicas del recinto de la piscina, para determinar que envolvente le conviene más. Además se realizará el diseño y dimensionado, de la instalación del calentamiento del agua para la piscina que estará activa durante todo el año. Al igual que en el diseño del A.C.S. del recinto de la escuela, la instalación se realizará mediante un sistema de energía solar térmica de baja temperatura. También se comprobará el ahorro de emisiones contaminantes y la amortización de la instalación.

3. EMPLAZAMIENTO

3.1. Historia

El edificio en cuestión se encuentra en la urbanización de Castellnou que pertenece al municipio de Rubí, que está situado en la parte meridional de la comarca del Vallés Occidental, a 123 metros sobre el nivel del mar i a 41°29'36" latitud Norte, 2°01 '57" longitud Este del Meridiano de Greenwich. Limita al norte con Terrassa, al este con Sant Quirze del Vallés, al oeste con Ullastrell y Castellbisbal y al sur con Sant Cugat. Se encuentra a 23 Km. de Barcelona y del aeropuerto de El Prat.



Figura 3.1.1. Situación de Rubí

La historia de Rubí empieza cuando los hombres y mujeres del Neolítico se instalaron en el turó de Can Fatjó y a la Serreta. Fue en el mismo turó donde los iberos, al siglo IV aC, construyeron sus poblados, y también en el turó del Catillo, desde donde pudieron ver como los romanos llegaban a la península. Algunos de los testimonios de esa época son la estela ibérica y el horno ibero romano de Can Fatjó. Durante la romanización, el asentamiento de Can Fatjó acontece en un núcleo estable y prospero con edificios públicos. Hubo fincas agrarias dedicadas al sobretodo al conreo de la viña y a la explotación del vino.

En la Edad Media, se reúne toda una comunidad alrededor del Castillo del turó de Sant Genís y alrededor de la iglesia de Sant Pere. Al año 1233, el señor Berenguer de Rubí obtuvo la autorización del rey Jaume I para levantar un nuevo castillo: el Castillo de Rubí, de manera que el castillo de Sant Genís quedo abandonado.

En el siglo XIV los habitantes de Rubí pudieron escoger su primer “Batlle” real, Pere de Xercavins. Es en este momento cuando se empieza a perfilar el núcleo urbano de Rubí. Durante los siguientes siglos, hasta el siglo XVIII, Rubí continuó siendo un pequeño núcleo con poca población salpicado de masías.



Figura 3.1.2. El Castillo de Rubí



Figura 3.1.3. Iglesia de Sant Pere

A mediados del siglo XIX las fábricas textiles se instalaron al lado de la riera y compartieron protagonismo con el mundo rural. Al 1824 aparecía la primera fábrica, y luego aparecieron más, todas movidas por el agua de la riera hasta que al 1897 la energía eléctrica iluminó Rubí.

A finales del siglo XIX, la reina regente María Cristina otorgó a Rubí el título honorífico de Vila. Es el momento en que la vida de Rubí gira alrededor de la viña. El año 1919 se construyó la Bodega Cooperativa y algunos habitantes de Rubí, empiezan a creer en el sueño de las Américas, y cruzan el

Atlántico en busca de fortuna. Eran los “indianos”, que al volver a casa, construyen algunas torres modernistas como la Torre Riba o la Torre Gaju.



Figura 3.1.4. Bodega Cooperativa

Con la llegada del tren eléctrico, el año 1918 llega también a Rubí los primeros inmigrantes contemporáneos. A principio de siglo, la actividad cultural y económica es muy intensa. Se comienzan unos años marcados por la llegada masiva de inmigrantes llegados del sur y por un nuevo empuje industrial. La noche del 25 de septiembre de 1962 se produjo una rierada que hizo que desapareciese gran parte del Rubí que se conocía, la consecuencia de dicha rierada fue la aparición de nuevos barrios situados donde hasta entonces habían estado las viñas.

A partir de entonces la industria creció y las viejas fábricas se expandieron, apareciendo los polígonos de Can Jardí o la Bastida.

Fue un poco después, en los años 70-80, cuando se construyeron las piscinas de Castellnou por el arquitecto Jeroni Moner Codina (datos aportados por el Ayuntamiento de Rubí). Fueron una de las piscinas más conocidas de Cataluña y en temporada de verano los bañistas acudían en gran número, incluso los autobuses de ciudades cercanas, como Terrassa o Sabadell, disponían de una parada de autobús justo enfrente. Era un lugar elegido por cientos de personas para pasar el fin de semana y los días vacaciones. Sin embargo a finales de los años 80 debido a una rotura del vaso de la piscina que hacía que ésta se tuviera que rellenar cada día, y que se construyeron varias piscinas tanto en Terrassa, como en Sabadell, como piscinas propias de cada casa, hicieron que poco a poco la gente

ya no acudiera a la piscina, y que no saliera rentable mantenerla. Por lo cual finalmente la piscina cerró sus puertas al público de forma definitiva, dando paso al olvido y al actual estado de abandono.

Actualmente la piscina pertenece a la empresa constructora Losada, que tiene su empresa ubicada en la carretera Martorell, a escasos metros del recinto de la propia piscina; que la obtuvo a través de una subasta realizada por el Ayuntamiento de Rubí, debido al impago de los impuestos.



Figura 3.1.5. Piscinas de Castellnou

3.2. Implantación y condiciones urbanísticas y territoriales

Según la normativa que rige la ciudad de Rubí, y en la zona de actuación en la que se encuentra la parcela, tenemos que:

CAPITOL 5. SISTEMA URBANÍSTICO DE EQUIPAMIENTOS COMUNITARIOS (CLAVE E)

- Art. 117 Definición y clasificación

1. El sistema urbanístico de equipamientos comunitarios se compone de centros públicos, equipamientos de carácter religioso, cultural, docente, deportivo, sanitario, asistencial, de servicios técnicos y de transporte y otros equipamientos que sean de interés público o de interés social.
2. Tienen consideración de sistemas generales aquellos que sirven de equipamientos al servicio del conjunto de la población y que aparecen recogidos en el plano de Estructura General del Territorio. Tienen consideración de sistemas locales el resto de equipamientos de uso público o colectivo al servicio de un determinado sector urbano.

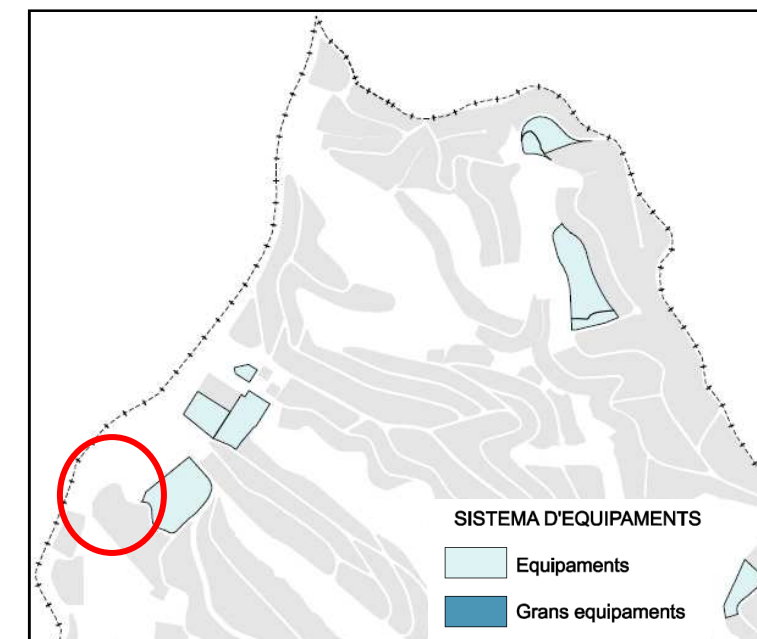


Figura 3.2.1. Plano de equipamientos

3. La condición de sistema urbanístico de equipamientos se establece para toda la parcela. En el caso de equipamientos ubicados en planta piso, estos perderán su calificación de equipamiento asumiendo la calificación de la zona establecida a la parcela.
4. Los usos a que se destinen los suelos incluidos en los sistemas de equipamientos son los siguientes:

5. Equipamientos comunitarios

- Ed – Docente
- Es – Sanitario
- Ee – Deportivo
- Ec – Cultural-Social
- Ea – Abastecimiento
- Em – Adminsitrativo
- Er – Religioso
- EF – Cementerios y servicios funerarios
- Ep – Servicios y protección
- Eb – Equipamientos ambientales
- Eh – Vivienda dotacional público
- E – Equipamientos sin uso determinado

- Art. 120 Condiciones de uso

1. Se consideran usos propios los siguiente:

<u>Equipamiento</u>	<u>Uso</u>
Docente	Educativo
Sanitario-asistencial vinculado a la sanidad	Sanitario-asistencial, Educativo
Deportiva	Deportivo, de ocio
Cultural-social	Cultural, asociativo, educativo, deportivo
Abastecimiento	Comercial y uso industrial nada más para mataderos
Administrativa	Administrativo – Oficinas y servicios
Religioso	Religioso
Cementerio	Cementerio y servicios funerales
Servició y protección	Bomberos, Policía
Ambiental	Limpieza
Vivienda dotacional pública	Residencial
Sin uso determinado	Cualquiera de los precedentes

- Art. 121 Condiciones de ordenación y de edificación

3. Los parámetros de edificación de los diferentes equipamientos según ordenación de volúmenes serán los siguientes:

Equipamientos Docentes	1m²st/m²
------------------------	----------

Ocupación máxima de la parcela:

Equipamientos Docentes	50%
------------------------	-----

4. Condiciones de la edificación:

- a) La edificación en áreas de equipamientos se ajustaran a las necesidades funcionales de los diferentes equipamientos, al paisaje y a las condiciones ambientales que deberás respetar y a la integración en el sector en el que se sitúen.
- b) No sobrepasen planta baja y dos plantas. La altura reguladora máxima para todos los equipamientos será de dieciséis metros (16m), excepto para los equipamientos administrativos, que se determinarán mediante un PEUM si son más altos.
- c) Se consideraran obligatorias las previsiones de aparcamientos previstos en este Plan de Ordenación Urbanística Municipal. Por razones físicas o económicas se podrán reducir el número de plazas y suprimir en los pequeños equipamientos.

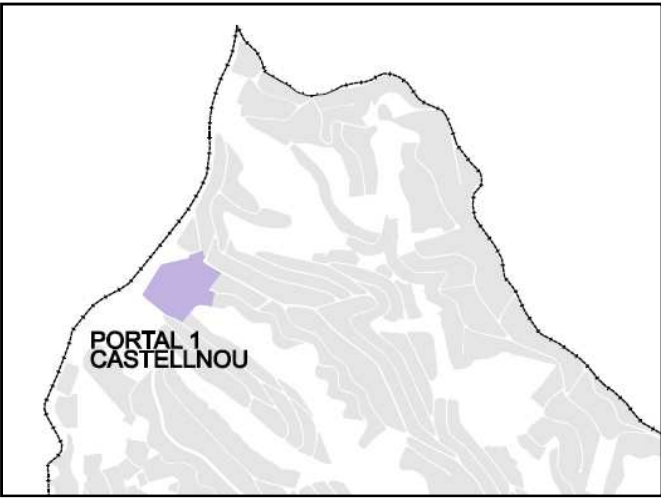


Figura 3.2.2. Plano de portales

El portal 1 se sitúa en Castellnou-Can Solá y tiene como objetivo aportar nuevos equipamientos complementarios a las dotaciones existentes.

4. INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE

4.1. Descripción de la edificación existente

FICHA TÉCNICA

Edificación con más de una planta	PB + 2 PP + P.Acceso + 2P.Sótano
Alturas aproximadas	
PB	2,35m
PP	2,35m
P.Acceso	2,35m
P.Sótano	2,35m

ESTRUCTURA VERTICAL		
Paredes de carga	Material	Ladrillo cerámico
	Grueso	24cm
Muro de contención	Material	Hormigón armado
	Grueso	40cm
Tabiques	Material	Ladrillo cerámico
	Grueso	7cm

ESTRUCTURA HORIZONTAL		
Jácenas	Tipo	Hormigón armado
Losa	Tipo	Hormigón armado
	Grueso	14cm
Viguetas	Tipo	Hormigón pretensado
Bovedillas	Tipo	Cerámicas
	Intereje	70cm
Acabado	Pavimento	Losetas de cemento

ESTRUCTURA CUBIERTA		
Cubierta vestuarios	Tipo	Plana no transitable
	Uso	Mantenimiento
	Tipo de acabados	Hormigón
Cubierta Zona bar	Tipo	Inclinada
	Uso	Mantenimiento
	Tipo de acabados	Fibro cemento

FACHADA		
Fachada Principal	Material	Tabicón 24cm
	Grueso	24cm
	Acabado	Ladrillo visto
Huecos	Dimensiones	Variables

ZONA PISCINAS		
Vaso piscina	Material	Muros y cimentaciones longitudinales de hormigón armado
	Grueso	30cm(muros) - 60cm(cimentaciones)
	Acabado	Mosaico cerámico vítreo
Pavimento	Material	Loseta de cemento

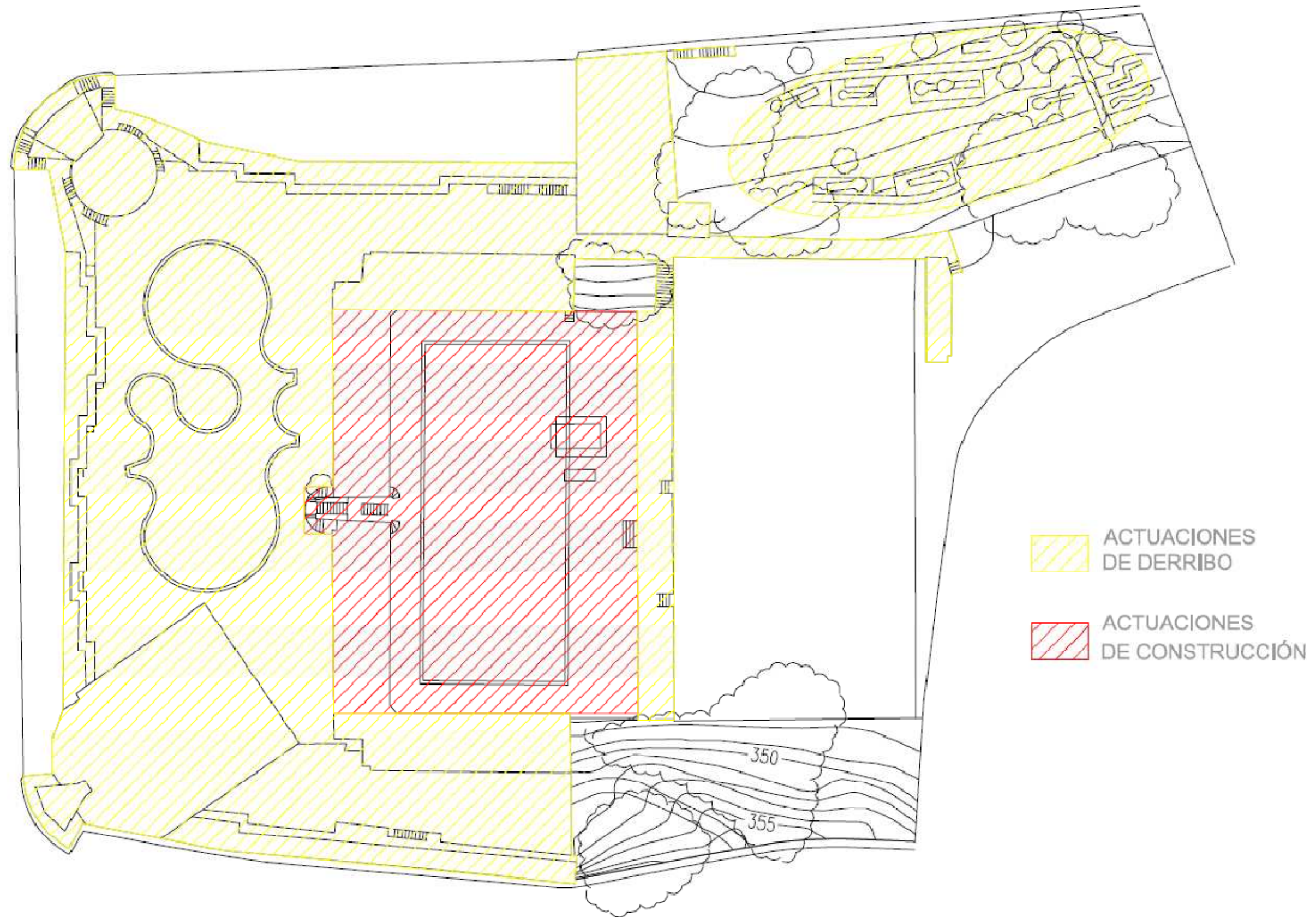
4.2. Estado actual

Actualmente la edificación existente se encuentra en un estado deplorable. Al llevar abandonada tanto tiempo ha ido sufriendo daños a causa tanto del no mantenimiento como del mal uso que se le ha podido dar por posibles intrusos.

A parte de todos los desechos y broza que se pueden encontrar en todo el recinto de la piscina, hallamos diferentes patologías que hacen que el estado de la edificación actual sea peligroso para su uso. Por lo tanto hay la opción de derribarlo o de rehabilitarlo.

Como patologías encontramos que generalmente el pavimento está levantado, debido a posibles movimientos del terreno, lo que hace que haya zonas hundidas y zonas levantada, con la rotura de las piezas de acabado. En diversas zonas encontramos humedades posiblemente producidas por fugas de instalaciones o por filtraciones de agua de lluvia, y grietas y fisuras debidas al asentamiento diferencial del terreno. En las escaleras de las gradas se ha caído parte de los peldaños y ha dejado a la vista las armaduras lo que ha provocado su oxidación y corrosión. Como ya se ha comentado anteriormente, el vaso de la piscina se encuentra partido lo que hace que se pierda el agua de la pileta.

En nuestra propuesta, debido a que la piscina olímpica se conserva para uso de los estudiantes, dicha piscina y la grada principal con los vestuarios que tiene debajo se mantendrá, mientras que el resto de la edificación existente se ha optado por su derribo que será explicado más adelante. El muro de contención de tierras que bordea nuestro solar también se mantendrá ya que delimita el terreno, por lo que se deberán realizar diversas pruebas para comprobar que su resistencia no ha disminuido y que no se le debe ejecutar ningún tipo de reparación. Dichas pruebas se explican a continuación.



4.3. Pruebas a efectuar en el muro de contención

Como no se ha podido obtener el proyecto entero de las piscinas de Castellnou, no se ha conseguido saber las características del muro de contención que bordea nuestro solar. Lo único que se sabe es que se trata de un muro de hormigón armado. Para averiguar su estado y su resistencia se deberán realizar unos estudios y ensayos previos.

3.3.2.1. Ensayo de probetas testigo de hormigón

Los ensayos de información del hormigón tienen por objeto obtener resultados que permitan aclarar dudas sobre las características de un material o el comportamiento de una estructura. Se emplean en estructuras que presentan síntomas de deterioro y/o que hayan estado sometidas a determinadas acciones que puedan haber afectado a su capacidad resistente; cuando por cambio de uso una estructura vaya a tener que soportar acciones superiores o no previstas en el proyecto inicial o cuando se vaya a realizar una rehabilitación de un edificio.

Los ensayos de información que interesan en una estructura con problemas patológicos son los de rotura de probetas testigo extraídas del hormigón y ensayos no destructivos que sean fiables por estar correlacionados con los de rotura de probetas de hormigón.

- Forma y dimensiones de las probetas testigo: Primeramente, realizaremos un ensayo de probetas testigo de hormigón en nuestro muro de contención. Es uno de los métodos más utilizados para determinar la resistencia de un hormigón endurecido en una estructura, extrayendo los testigos del mismo mediante sonda rotativa con corona de diamante. Mediante la extracción y rotura de estas probetas, podremos determinar la resistencia a compresión, a tracción, el módulo de elasticidad, el diagrama tensión-deformación y el coeficiente de Poisson del hormigón del muro.

Las probetas testigo serán piezas de forma cilíndrica, con un diámetro de unos 100 mm. Deberán tener una relación altura-diámetro o esbeltez de 2. Por tanto, la longitud de los testigos será de 300 mm aproximadamente. Antes de proceder al ensayo, se deberán dar dos cortes paralelos y perpendiculares al eje del testigo. Si las dos bases cumplen las condiciones de planeidad y paralelismo que marcan las normas se podrá proceder al ensayo de éstos, en el caso contrario se deberá refrentar las bases con azufre como si se tratara de probetas convencionales.

- Zona de extracción de testigos: Los testigos extraídos deben ser representativos del hormigón del elemento estructural, por lo que los puntos donde deben ser extraídos se eligen de forma aleatoria. En elementos verticales, como es nuestro caso, la altura a la que se realice la extracción tiene una gran importancia en los valores obtenidos. La Concrete Society recomienda que las extracciones se realicen por debajo del 20% último de la altura del muro. Suelen dar buenos resultados los testigos extraídos en zonas situadas por debajo de los 30 cm superiores de los elementos verticales, especialmente en la zona central de los mismos.

Los puntos de extracción no deben estar situados nunca en zonas de gran concentración de armadura. A fin de no cortar barras de armado es conveniente detectarlas previamente a la extracción, para ello utilizaremos un detector magnético o pacómetro. Si se ha cortado una barra y su posición es perpendicular al eje del testigo, éste será aceptable, pero deberá indicarse en el informe de esta circunstancia. No serán admisibles barras cuyo eje coincida con el de la probeta.

No existe un criterio determinado en cuanto al número de testigos que deben formar la muestra, sin embargo hay ciertas recomendaciones que conviene recoger. La ACI 318 indica que se extraigan tres testigos por cada zona a analizar. La ACI 437 recomienda que por cada elemento estructural de luz igual o menor de 7'6 m, o zonas que representen áreas iguales o menores de 58'1 m², se extraigan dos testigos. Por su parte, la Concrete Society recomienda que se extraigan cuatro testigos de cada zona.

En la figura siguiente se observan los diferentes valores válidos que se pueden obtener según la altura a la que se extraiga el testigo, y si se trata de una edificación antigua o una moderna.



		RESISTENCIA MEDIA ESPERADA DE LOS TESTIGOS	
		ESTRUCTURA ANTIGUA	ESTRUCTURA MODERNA
h	h/3	(0,75 a 0,90) f _c	(0,95 a 1,00) f _c
	h/3	(0,90 a 1,00) f _c	f _c
	h/3	f _c	f _c

Figura 3.3.2.1.1. Resistencias medias esperadas de testigos extraídos a diferentes alturas de un muro

- Rotura de testigos: La rotura de los testigos debe hacerse en las mismas condiciones en las que el hormigón está trabajando en obra, puesto que lo que se trata con estos ensayos es determinar la resistencia real del hormigón en obra. Es decir, en nuestro caso como la estructura está trabajando en ambiente seco, los testigos deberán romperse en seco.

El sistema que se sigue es romper los testigos después de su conservación durante 48 horas en ambiente de laboratorio.

En los resultados de los ensayos debe indicarse, además de las dimensiones de los testigos y aspecto de los mismos, los factores de corrección empleados, así como la dirección de aplicación de

la fuerza con relación a la de compactación del hormigón en la estructura. La resistencia que suele indicarse en los informes es la media de los resultados obtenidos en los ensayos.

- **Relleno de taladros:** El orificio que deja el taladro al sacar la probeta en un elemento estructural lo debilita, por ello se debe rellenar con un material suficientemente resistente y que se adapte perfectamente a las paredes del mismo.

Es práctica normal el dar a las superficies internas del taladro una resina epoxi y posteriormente, y estando aún fresco el adhesivo, introducir un hormigón de resistencia ligeramente superior al del elemento estructural. Ese hormigón deberá poseer una relación agua/cemento baja aunque deberá ser perfectamente colocable en obra y compactable por retacado.

3.3.2.2. *Prueba de muestras de armaduras*

La localización de las barras de armado dentro del hormigón de nuestro muro se realizará por medio de equipos electromagnéticos (pacómetros). Éstos se fundan en la medida de la reluctancia del circuito magnético existente en un núcleo magnético en forma de U alimentado por medio de una bobina. La parte abierta de la U la forma la masa de hormigón y si en ésta hay algo de acero, las líneas de fuerza magnéticas se cerrarán con más facilidad acusando este hecho un indicador analógico o digital.

Tras detectar mediante el pacómetro la situación de las armaduras, las descubriremos en un tramo de suficiente longitud como para tomar una muestra con cierta comodidad.

La longitud mínima recomendada de barra a tomar es de 600 mm a fin de poder realizar el ensayo de tracción disponiendo de una longitud útil adecuada después de descontar la de anclaje de las mordazas de la prensa.

Una vez extraída la muestra hay que sustituir el trozo de barra por otro nuevo unido a la barra en la que se ha hecho el corte. Si las barras son de diámetro superior a 20 mm pueden soldarse las nuevas a las existentes a fin de evitar longitudes grandes de solape; si las barras son de diámetro inferior, se recomienda una longitud de solape por cada lado de 50 cm.

3.3.2.3. *Fichas de las pruebas a realizar*

MURO	SUPERFÍCIE	Nº PROBETAS TESTIGO	Nº MUESTRAS ARMADURA
Noreste	±900m ²	10	5
Noroeste	±1.200m ²	12	6
Sureste	±650m ²	7	4

Figura 3.3.2.3.1. Pruebas a realizar en el muro de contención

Para conseguir el número de probetas testigos se ha usado una media entre lo que recomienda la ACI 318 y la ACI 437. Como se indica anteriormente es recomendable extraer las probetas en la parte superior del muro, por lo tanto el 75% de las probetas se obtendrán en el primer tercio del muro separadas de manera equidistante entre ellas; el resto de las probetas se realizaran en el tercio medio del muro. Para el número de muestras de armadura, como no marca ninguna pauta, se realizará la mitad de lo obtenido para el número de probetas testigo de hormigón. Las muestras se extraerán del tercio medio del muro, sin que coincida con las probetas testigo y separadas de manera equidistante; la longitud de cada muestra será de 60cm aproximadamente.

4.4. Localización y documentación fotográfica del estado actual

Las piscinas se encuentran en la Calle de las Piscinas, número 48; aunque en verdad linda con 2 calles más: por el Norte-Este se encuentra la Calle del Montblanc, y por el Este-Sud la Calle del Taga, en la que tiene el número 1; el resto, de Sud-Oeste-Norte es por donde linda con la Calle de las Piscinas.

La referencia catastral del inmueble es 5890001DF1959S0001RQ, en el cual nos indica que la fecha de construcción fue en el año 1.975; la superficie del solar es de 18.018 m², y la superficie construida de 9.124 m²; de los cuales hay un total de 1.366 m² de vivienda, 207 m² hotelero y 7.551 m² de uso deportivo.

En las siguientes imágenes se puede observar: en la primera las 3 calles mencionadas anteriormente por donde se accede a la piscina, y en la segunda una vista aérea de la situación del solar.



Figura 3.4.1. Vista aérea de las piscinas



Figura 3.4.2. Vista aérea del entorno de las piscinas

A continuación se observará el estado actual de las piscinas, y las diferentes zonas de las que está compuesto a través de un reportaje fotográfico.



Figura 3.4.3: Vista general de las piscinas

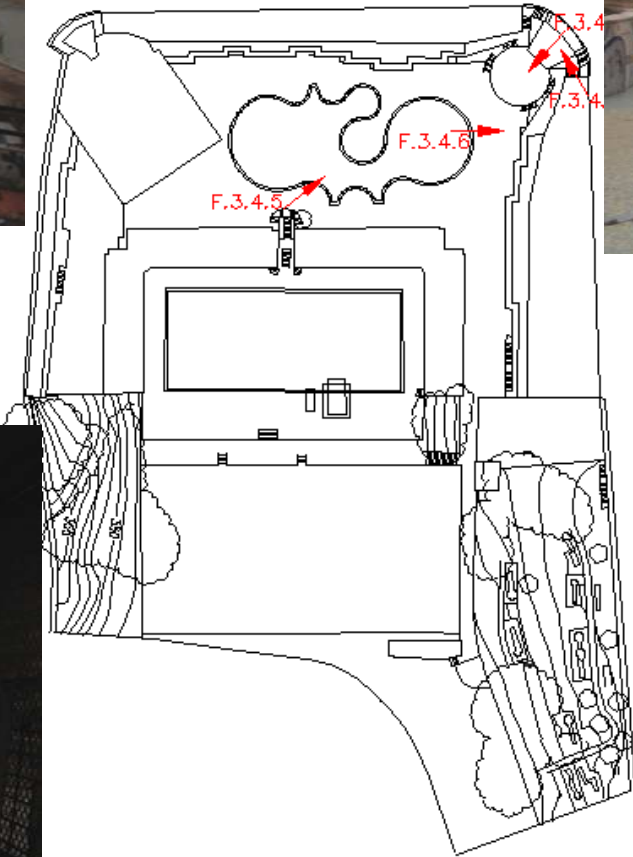


Figura 3.4.5: Vista general de la entrada de las piscinas vista desde la piscina infantil



Figura 3.4.4: Vista de las taquillas de entrada a las piscinas



Figura 3.4.6: Vista de los servicios situados al lado de la entrada



Figura 3.4.7: Vista de las escaleras que van a la piscina olímpica desde la piscina infantil



Figura 3.4.9: Vista del bar de la piscina



Figura 3.4.8: Vista de la piscina olímpica

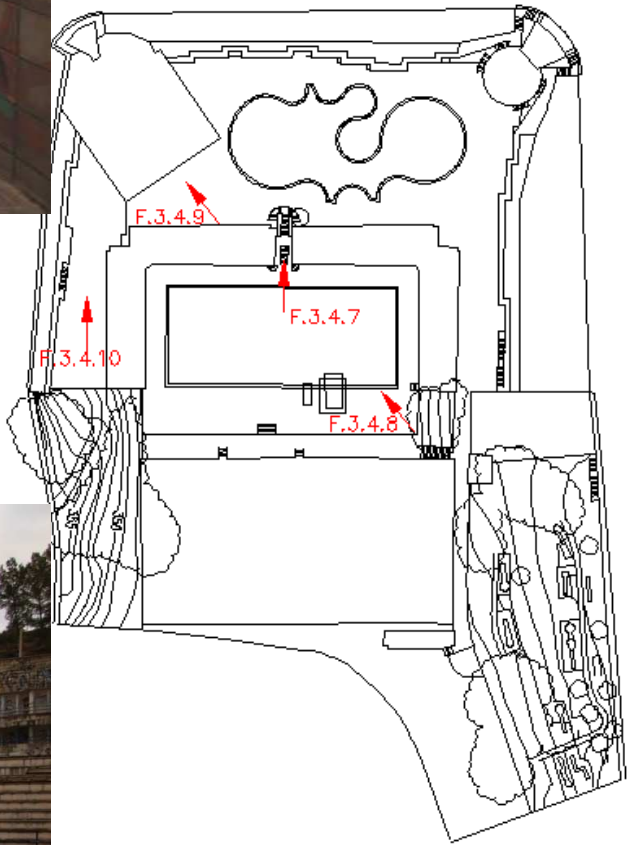


Figura 3.4.10: Vista de la zona de porche del bar de la piscina



Figura 3.4.11: Vista de la zona de vestuarios



Figura 3.4.13: Vista de la zona del mini golf



Figura 3.4.12: Vista del frontón

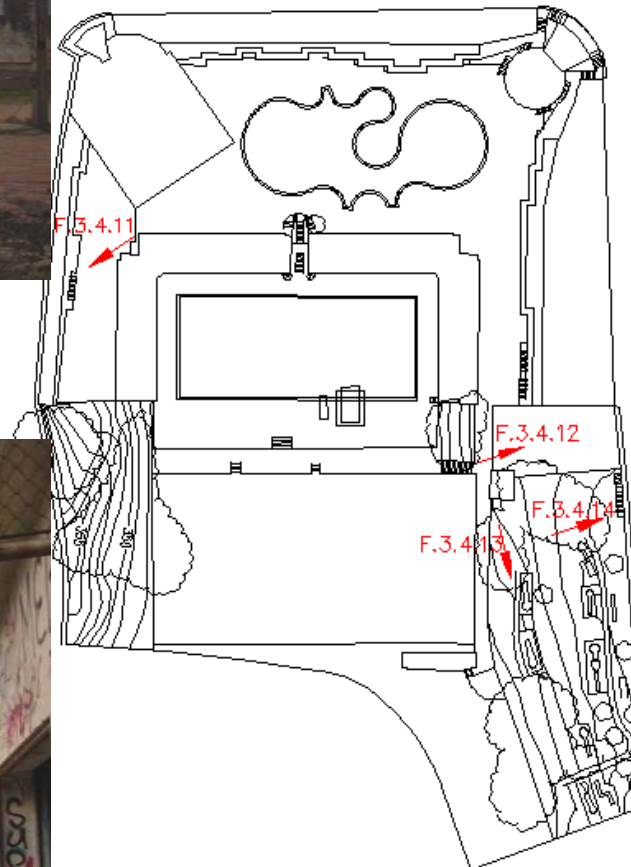


Figura 3.4.14: Vista de la entrada desde la calle al mini golf



Figura 3.4.15: Vista de la zona de picnic

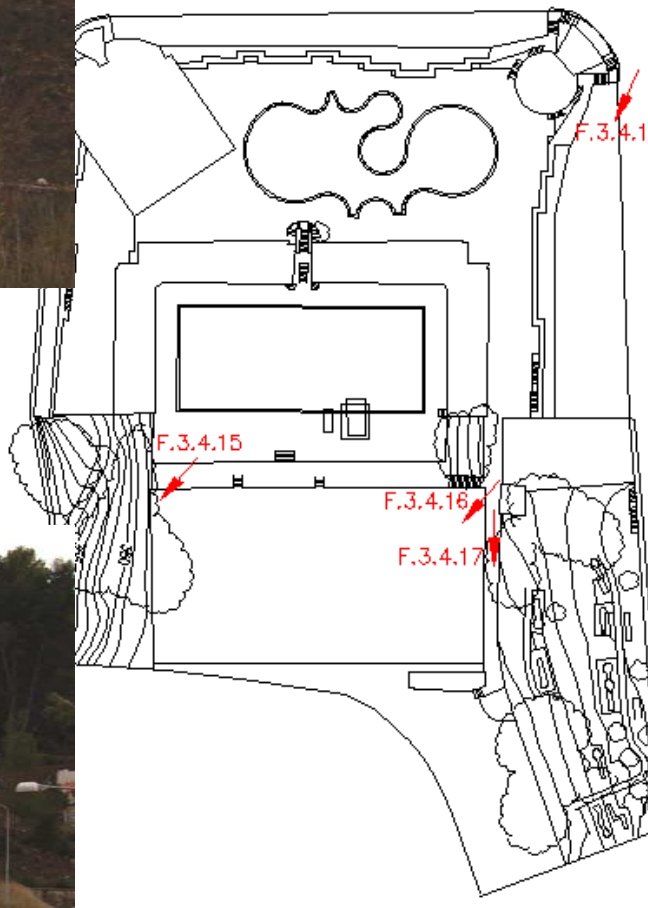


Figura 3.4.16: Vista de la zona verde detrás de la piscina olímpica



Figura 3.4.17: Vista de los vestuarios-servicios situados en la zona verde



Figura 3.4.18: Vista del parking de las piscinas situado en la C/del Montblanc

5. NECESIDADES DEL PROYECTO

5.1. Programa de necesidades

Los programas básicos de necesidades corresponden a organizaciones pedagógicas que están en función de la población a la que deben servir.

Los centros docentes públicos se estructuran en centros de educación infantil y primaria (CEIP) y en institutos de educación secundaria (IES).

Los centros de educación infantil y primaria escolarizan a la población comprendida entre 3 y 11 años. Según el número de unidades para cada edad, los programas se tipifican en centros de una línea o de dos líneas. El ratio de alumnos/aula, de acuerdo con la LOGSE, es de 25 alumnos/aula para las edades de 3 a 11 años.

El centro de educación infantil y primaria se estructura en parvulario (3-4-5 años), ciclo inicial (6-7 años), ciclo medio (8-9 años) y ciclo superior (10-11 años).

Los centros de educación secundaria escolarizan a la población comprendida entre 12 y 17 años. La enseñanza secundaria está estructurada en dos etapas: la secundaria obligatoria (ESO) y el bachillerato. La primera está organizada en dos ciclos de dos cursos cada uno (12-13 años y 14-15 años). El bachillerato consta de dos cursos (16-17 años). Los centros se configuran según el nombre de grupos de cada edad.

En los centros de educación secundaria, y dependiendo de factores socioeconómicos de la zona, se pueden impartir ciclos formativos de formación profesional que se definirán para cada centro.

El ratio de alumnos/aula, en la educación secundaria obligatoria, es de 30 alumnos y, en el bachillerato, de 35.

En el ámbito rural se pueden producir situaciones particulares por el hecho de tener una población escolar reducida. Este hecho determina la aparición de colegios cíclicos, definidos por tener un aula para cada uno de los ciclos educativos.

Los programas relacionados corresponden a estándares máximos, que pueden ser ajustados según las necesidades de cada actuación.

Programa de necessitats d'un centre d'educació infantil i primària CEIP 2 línies

CEIP	2 LÍNIES		
NOMBRE D'ALUMNES	450		
	NOMBRE	m²	OBSERVACIONS
EDUCACIÓ INFANTIL			
Aula infantil	6	50	Incorporar-hi aula exterior
Aula de psicomotricitat	1	60	Magatzem
Aula per a grups petits	1	20	
Tutoria	1	10	
Lavabos	6	5	Incorporats a l'aula
EDUCACIÓ PRIMÀRIA			
Aula	12	45	
Aula per a grups petits	4	22,5	
Aula de música-audiovisuals	1	45	Insonoritzada
Aula d'informàtica	1	45	Protecció específica anti-intrusió
Aula de plàstica	1	45	
Aula de suport	1	45	
Biblioteca	1	60	Possibilitat d'accés extern
Tutoria	3	10	
Lavabos alumnes		45	(Vegeu l'esquema estandarditzat)
Sala gran gimnàs + magatzem	1	240	200 m² sala gran + 30 m² escenari + + 10 m² magatzem. Alçada: 4,5 m Accés extern (vegeu l'esquema estandarditzat)
Vestidor		90	Instal·lacions independents
ADMINISTRACIÓ (Vegeu l'esquema estandarditzat)			
Director	1	15	
Cap d'estudis	1	10	
Secretaria	1	20	Anxiu protegit
Sala de professors	1	45	
Lavabos professors		10	Apte per a persones amb mobilitat reduïda (Vegeu l'esquema estandarditzat)
AMPA	1	15	Accés independent
Consergeria-reprografia	1	10	Espai ventilat exterior
ALTRES SERVEIS			
Cuina	1	45 + 5	Fàcil accés vehicles (camions)
Menjador	1	100	Segons el nombre de comensals, augmentar la superfície (1 m²/comensal i 2 torres) (Fàcilment ampliable)

	NOMBRE	m²	OBSERVACIONS
Lavabos-vestidor PND		10	
Instal·lacions		20	
Computadors		5	
Neteja	1	3	
Escombraries	1	2	Contacte amb l'exterior
Ascensor apte per a persones amb mobilitat reduïda	1	5	
Superfície útil espais		2.015	
Circulació passos: 30 %		605	
Superfície útil		2.620	
Superfície construïda: 10 %		2.882	
Relació m²/alumne		6,40	
Solar: Superfície		7.000 - 8.000	
Aules exteriors infantils	6	30	
Porxo		180	
Zona de jocs infantil: 4 m²/alumne		600	
Zona de jocs primària: 2 m²/alumne		600	
Pista poliesportiva	1	32 x 44 ml	Enllumenat
Horta m²		200	
Reserva solar per a futures ampliacions		mínim 900	

Menjador: segons el nombre de comensals, augmentar la superfície (1 m²/comensal i 2 torres)

La superfície destinada a circulació i passos inclou la corresponent a vestibul, passadissos i escales.

La superfície de porxo s'ha d'entendre que és superfície útil. Als efectes de càlcul de la superfície construïda computarà el 50 %.

Cal respectar exactament les superfícies indicades en els diferents programes de necessitats.

El programa definitiu s'adequarà a les necessitats concretes del centre docent.

Figura 4.1.1. Tabla de programa de necesidades de infantil y primaria

Programa de necessitats d'un institut d'educació de secundària IES 2/2 (2 línies d'ESO i 2 línies de batxillerat)

IES	2/2		
NOMBRE D'ALUMNES	380		
	NOMBRE	m²	OBSERVACIONS
EDUCACIÓ SECUNDÀRIA			
Aula ESO	8	50	
Aula de batxillerat	4	50	
Aula taller	1	100	
Aula de música-idiomes	1	55	Insonoritzada
Aula de plàstica-audiovisuals	1	55	Preveure enfosquiment
Aula d'informàtica	1	55	Protecció específica anti-intrusió
Aula complementària	1	55	
Aula d'atenció individualitzada	2	25	
Biblioteca	1	90	Accés independent des de l'exterior
Departaments	6	20	Repartits entre aules
Tutories	2	10	
Lavabos alumnes		60	(Vegeu l'esquema estandarditzat)
Gimnàs-espai polivalent		410	(380 m² gimnàs + 30 m² escenari) Alçada: 4,5 m Instal·lacions independents
Magatzem		15	
Vestidor		100	Accés extern (Vegeu l'esquema estandarditzat)
Laboratori	3	60	Preveure connexió de la instal·lació (Vegeu l'esquema estandarditzat)
Aula de dibuix	1	90	
Aula de tecnologia	1	120	(Vegeu l'esquema estandarditzat)
ADMINISTRACIÓ			
Director	1	15	Àrea d'espera comuna
Cap d'estudis	1	15	
Secretari administrador	1	15	
Secretaria	1	30	Accés protegit
Sala de professors	1	40	
Sala de visites	1	10	
AMPA	1	15	Accés independent
Associació d'alumnes	1	15	
Consergeria-reprografia	1	15	Espai ventilat exterior
Lavabos professors		10	Apte per a persones amb mobilitat reduïda (Vegeu l'esquema estandarditzat)

	NOMBRE	m²	OBSERVACIONS
ALTRES SERVEIS:			
Càtering-barra	1	45 + 5	Fàcil accés vehicles (camions)
Cafeteria-menjador	1	90	Fàcilment ampliable
Lavabos-vestidor PND	1	10	
Instal·lacions	1	20	
Computadors		5	
Neteja	1	3	
Magatzem	1	45	
Escumbriaries	1	7	Contacte amb l'exterior
Ascensor apte per a persones amb mobilitat reduïda	1	5	
Superfície útil espais		2.585	
Circulació passos: 30 %		775	
Superfície útil		1.760	
Superfície construïda: 10 %		3.696	
Relació m²/alumne		9,72	
Solar: Superfície		5.900 - 6.000	
Paviment		100	
Zona de jocs: 3 m²/alumne		1.140	
Pista poliesportiva	1	32 x 44 m	Enllumenat
Àrea de motos i bicicletes: 0,5 m²/alumne		190	
Reserva solar per a futures ampliacions		mínim 600	

* Els espais necessaris per als cicles formatius es definiran en cada cas segons les necessitats establertes.

** Altres estructures de programes més reduïdes s'aconseguiran disminuint el nombre d'aules necessari per tal d'obtenir el programa desitjat. Les aules específiques no varien.

Menjador: segons el nombre de comensals, augmentar la superfície (1 m²/comensal i 2 torra).

La superfície destinada a circulació i passos inclou la corresponent a vestíbul, passadissos i escala.

La superfície de porxo s'ha d'entendre que és superfície útil. Als efectes de càlcul de la superfície construïda computarà el 50 %.

Cal respectar exactament les superfícies indicades en els diferents programes de necessitats.

El programa definitiu s'adequarà a les necessitats concretes del centre docent.

Figura 4.1.2. Tabla de programa de necesidades de secundaria y bachillerato

5.2. Criterios de diseño

5.2.1. Solar

El solar destinado a un equipamiento docente tiene que estar previsto en el planteamiento vigente del municipio y tiene que tener la consideración de suelo urbano y la cualificación urbanística de equipamiento escolar.

El solar deberá disponer de acceso de viandantes y rodado, de suministros de agua, de electricidad, de telefonía, de un sistema de evacuación de aguas i, si es posible, de suministro de gas.

El solar deberá estar libre de servidumbres (conducciones y líneas eléctricas, conducciones de gas, conducciones de agua, líneas telefónicas, etc.).

5.2.2. El centro

En general no se aceptaran tipologías de una sola planta para los edificios de más de 2.000 m² construidos.

En las zonas mediterráneas es adecuada una orientación de las ventanas de las aulas claramente al norte, evitando de esta manera la necesidad de una protección solar de la orientación sud-este y gozando igualmente de un buen rendimiento lumínico.

Los elementos de núcleos de lavabos y escaleras de dispondrán de manera que no interfieran en al redistribución interior del área docente.

La altura máxima del edificio será de 3 plantas, planta baja más dos, i en circunstancias urbanas específicas se podrá llegar a planta baja más cuatro.

El gimnasio, los espacios polivalentes, los vestidores, los comedores-cafeterías podrán estar separados del edificio principal (utilización fuera del horario escolar). La conexión con estos espacios será siempre cubierta (porche).

La altura estándares de los espacios docentes será de 2,85 m libres. Por debajo de elementos estructurales se admitirá una altura de 2,60 m. El área de preescolar podrá tener una altura libre de 2,5' m, el espacio polivalente- gimnasio deberá disponer de una altura libre de 4,50 m. Por debajo de los elementos estructurales se admitirá una altura libre de 4 m.

Las aulas tendrán su lado menor superior a 6 m y su profundidad conviene que no sobrepase los 7,20 m. La superficie de iluminación será entre el 20% y el 25% de la superficie útil.

La dotación de lavabos se hará de manera que la mayor concentración se realice en la planta baja. Es recomendable que sea el 30% del total.

El número de baños del centro deberá ajustarse a la relación de un lavabo y un lavamanos por cada aula. El número total de lavabos y lavamanos se dividirá de manera que el 50% sea para niños y el 50% para niñas. Los lavabos de profesores se preverán de manera que permitan el uso a personas con movilidad reducida.

E cada planta del edificio, y en el área de lavabos de incluirá un espacio para la limpieza que incorporará un vertedero.

En el área de la cafetería, cocina y comedor se incluirá un espacio para la limpieza que incorpore un vertedero. Esté espacio será ventilado directamente al exterior.

En los centros de educación secundaria se deberá prevenir el espacio para la colocación de taquilla para los alumnos situadas en áreas comunes (pasillos y/o vestíbulo) y repartidos por plantas (una taquilla por cada 2 alumnos).

5.2.3. Zonas de circulación

- Ancho mínimo de los pasillos de uso público: 1,60 m (acceso aulas y espacios docentes).

- Ancho mínimo de los pasillos de uso restringido: 1,20 m (acceso administrativo).

5.2.4. Puertas

Acceso principal con cancel y doble puerta. Puertas de acceso de doble hoja (ancho mínimo de cada hoja 0'80 m): Total 1,60 m. Separación mínima entre las puertas del cancel de entrada: 1,70 m. Ancho mínimo del cancel de entrada: 2,50 m.

Ancho mínimo de las puertas interiores: 0'80 m. Las aulas no especificadas en general deberán disponer de una única puerta de ancho 0'80 m. En general las puertas de almacenes y de los locales técnicos deberán tener un ancho libre mínimo de 1,20 m (una hoja de 0'80 m y otra de 0'40 m).

Las puertas de las cabinas de los WC no utilizables par apersonas con movilidad reducida deberán tener un ancho libre de 0'60 m. No tendrán manija, solamente tendrán pasador interior.

Las puertas de las cocinas tendrán un ancho de 1,20 m (CPI-96).

Accés frontal

	Obert sentit mana	Obert sentit invers
Espai davant porta	1,20x 1,45 m	1,40x 1,75 m
Espai darrere porta	1,40x 1,75 m	1,20 x 1,45 m
Espai lateral lliure obrir porta	0,30 m	0,50 m
Espai lateral lliure tancar porta	0,50 m	0,30 m

Accés lateral

	Obert sentit mana	Obert sentit invers
Espai davant porta	1,20 x 1,60 m	1,20 x 2,20 m
Espai darrere porta	1,20 x 2,20 m	1,20 x 1,60 m
Espai lateral lliure obrir porta	0,70 m	1,30 m
Espai lateral lliure tancar porta	1,30 m	0,70 m

5.2.5. Rampas

La máxima diferencia de nivel admitida entre dos elementos del pavimento es 2 cm.

Pendiente máxima en la dirección de circulación:

- 12% (recomendable 10%) en tramos de menos de 3 m de largo.
- 10% (recomendable 8%) en tramos de menos de 10 m de largo.
- 8% (recomendable 6%) en tramos de más de 10 m de largo. En rampas de más de 20 m de largo calen rellanos intermedios de 1,50 m de largo mínimo.

En ancho mínimo será de 1,20 m si es de una sola dirección, y de 1,80 m si es de doble dirección.

El pavimento de las rampas deberá ser de un material antideslizante.

5.2.6. Escalera

El ancho mínimo de las escaleras de uso público es de 1,20 m. Y el largo mínimo de los rellano intermedios de 2 m (para escaleras de un solo tramos CPI-96).

El número máximo de peldaños sin rellano intermedio es de 12. La altura máxima de los peldaños es de 16 cm y la huella mínima de 30 cm.

La superficie de los peldaños se debe construir con un material antideslizante y sin ningún tipo de relieve. Los peldaños no tendrán voladizo. No son admisibles los peldaños que nada más tengan huella.

5.2.7. Ascensores

Las dimensiones interiores mínimas de la cabina son de 1,40 m de profundidad y 1,10 m de ancho (8 personas y 600 kg).

El ancho mínimo de las puertas automáticas es de 0'80 m y la altura máxima de los elementos de comando es de 1,20 m los comandados con llave.

5.2.8. Elementos de protección y soporte

La separación mínima de los pasamanos respecto a cualquier otro elemento será de 4 cm. La sección de los pasamanos será el equivalente a 4-5 cm. La altura de los pasamanos para rampas será de 90-95 cm para los usuarios sin silla de ruedas, y de 70-75 cm para los usuarios con silla de ruedas; y en escaleras, de 90-95 cm en los rellanos, y de 85 cm en los tramos. Los pasamanos se deberán prolongar 30 cm más del comienzo y del final de la rampa o escalera.

La disposición de las barandas no debe permitir que estas sean escalables ni la posibilidad del paso de una esfera de 12 cm de diámetro. La altura mínima de la baranda será de 110 cm.

Las barras auxiliares de sujeción para que las personas con movilidad reducida puedan usar los aparatos sanitarios tendrán una separación mínima respecto a cualquier otro elemento de 4 cm, la sección equivalente a 4-5 cm, y la altura de colocación de 90-95 cm si la tiene que usar una persona de pie, y de 20-25 cm por encima del elemento al que sirva si la debe usar una persona sentada.

Es necesario el uso de barandas cuando se producen desniveles superiores a 60 cm.

6.MEMORIA DE LA PROPUESTA

6.1. Descripción de la propuesta

6.1.1. Distribución

La propuesta, tiene como objeto la construcción de una escuela pública, con una piscina cubierta, en la urbanización de Castellnou de la localidad de Rubí. El edificio escolar tiene forma de L, y en la parte central de la parcela se encuentra el recinto de la piscina cubierta.

El edificio consta de 4 plantas, la planta baja y la primera planta donde se encuentra la escuela; y la segunda y la tercera planta están destinadas a conserjería, la AMPA y secretaría, debido a un desnivel en la parcela de 9,60 m, que hace que estas dos plantas sean indispensable para llegar desde la calle a la zona de secundaria y bachillerato.

El acceso rodado al edificio, se realiza por la calle de las Piscinas. Con la rampa se accede a la planta baja y al aparcamiento para los empleados de la escuela, que cuenta con 45 plazas de aparcamiento. La salida de los peatones se deberá realizar por la misma rampa.

El acceso a la zona de infantil y primaria se realiza por la calle del Montblanc, donde a través de una rampa, que salva el desnivel que existe entre la parcela y la calle, se accede al patio infantil que lleva al vestíbulo de entrada con unas dimensiones de 2,50 m de ancho por 1,85 m de profundidad. Después del vestíbulo de entrada se accede al vestíbulo interior de la zona de infantil y primaria donde se encuentra la secretaria, la conserjería y la escalera para subir al nivel superior.

El acceso a la zona de secundaria y bachillerato se realiza a través del vestíbulo ubicado en la tercera planta que se encuentra entre la calle de les Piscinas y la calle del Montblanc. Dicho vestíbulo tiene unas dimensiones de 2,50 m de ancho por 1,70 m de profundidad, después de este vestíbulo, igual que en la zona de infantil y primaria, se accede a otro vestíbulo interior con la AMPA, los ascensores y las escaleras para descender a los niveles inferiores.

En la planta baja se encuentra por un lado, con toda la zona de infantil, ya que la normativa de la Generalitat lo requiere, la zona de administración, el gimnasio de primaria y sus vestuarios, el comedor y la cocina, y todos los servicios (limpieza, instalaciones, basura, etc.); y por otro lado, todas las aulas principales de secundaria y bachillerato, más los laboratorios, el gimnasio con sus vestuarios, la cocina y el comedor, y también todos los servicios (contadores, basura, almacén, etc.). También se encuentran los vestuarios y la enfermería del recinto de la piscina cubierta, y el acceso a la piscina cubierta des de dentro del edificio escolar, donde se llega a la parte superior de las gradas de la piscina.

En la planta primera se encuentra por un lado, todas las aulas de primaria y la biblioteca; y por otro lado, las aulas complementarias de secundaria y bachillerato, así como las salas de profesores, los despachos y la sala de actos.

En la planta segunda nos encontramos con la conserjería y la secretaría de secundaria y bachillerato; y en la planta tercera la AMPA y el acceso al exterior. Des de la segunda planta se puede acceder a la cubierta transitable de la primera planta, en la cual están ubicadas las placas solares, encima de la zona de primaria.

La piscina se encuentra en dos niveles, uno que es el mismo nivel que la planta baja, por donde se entra interiormente a las gradas, desde la escuela; y el otro nivel es el mismo que el patio de secundaria y bachillerato, que se encuentra a 5,10 m por debajo del nivel de la planta baja; en este nivel la piscina tiene salida hacia el exterior, es decir hacia el patio.

Exteriormente, consta de 3 patios, uno para infantil, otro para primaria, y otro para secundaria y bachillerato; un aparcamiento en el interior de la parcela para los empleados; y dos aparcamientos situados en la calle, para visitas, autocares y alumnos; uno situado en la calle de Montblanc y el otro en la calle de les Piscina. El primer aparcamiento se destinaría a visitas, y autocares en las horas de entrada y salidas de los alumnos de primaria y infantil, y el segundo a motocicletas de los alumnos de secundario y/o bachillerato, y los autocares para ellos en las horas de salida y entrada.

El patio de infantil se encuentra en la parte central del edificio de infantil, entre la zona de administración, el comedor y cocina, y el gimnasio de primaria; a nivel de planta baja.

El patio de primaria se encuentra al lado del gimnasio de primaria y también a nivel de planta baja; también tiene un huerto que se encuentra al lado del patio.

En cambio, tal y como se ha comentado en el recinto de la piscina, el patio de secundaria y bachillerato se encuentra al nivel del recinto de la piscina, es decir, 5,10 m por debajo de la planta baja; para acceder a él se puede llegar a través de una rampa ubicada a la zona suroeste de la parcela, entre la piscina y el aparcamiento interior; o sino a través de unas escalera por la parte opuesta, es decir la noreste, entre la piscina y la zona de infantil y primaria.

6.1.2. Materiales

Los materiales que se van a definir a continuación son solamente para el recinto de la escuela, ya que para el recinto de la piscina se definirán en el apartado 8 donde se realiza el estudio energético en el cual elegiremos que tipo de cerramientos son los más favorables.

La cimentación de la propuesta, aunque no será necesaria para los cálculos del estudio de la demanda energética, se presupone que estará basada en zapatas aisladas de hormigón armado. Su estructura tampoco indispensable para el cálculo de la demanda energética, pero la definiremos como pilares y jácenas de hormigón armado, con forjados unidireccionales; los forjados son los únicos que si se tendrán en cuenta en el estudio.

En el caso de los gimnasios, la estructura se definirá con pilares de hormigón también, pero con las jácenas y las vigas realizadas con estructuras metálicas.

El resto de los materiales a utilizar sí que se contarán para el estudio. En un principio los materiales serán los siguientes; ya que con el estudio es posible que se modifiquen algunos de los materiales, o que se añada alguno que no estaba previsto.

Los cerramientos exteriores fijos están formados por una hoja exterior de ladrillo macizo visto de 28x14x10 cm, exteriormente, un enfoscado hidrófugo, una cámara de aire de 5 cm, el aislante térmico de lana mineral, de densidad 40 kg/m³, de 5cm de espesor y una hoja interior formada por un tabique sencillo de 4 cm, con acabado enyesado.

Las divisorias interiores fijas son a base de ladrillo de fábrica hueca de 28x14x10 cm, tomada con mortero de cemento M-40B. Los acabados serán enyesados por ambas caras; y la entrega con el techo se realizará con yeso, para que se pueda deformar libremente el forjado sin que los tabiques entren en carga.

Los cerramientos exteriores practicables, y los huecos de ventana interiores, se componen de una carpintería de aluminio con rotura de puente térmico de 12 mm. La obertura será corredera en las ventanas y practicable en las puertas. Los cristales serán simples de 4mm, formado por lunas transparentes. También hay otros cerramientos exteriores practicables, que se tratan de las puertas de servicio, que serán metálicas.

Los cerramientos interiores practicables estarán formados por hojas chapadas de madera de pino para barnizar.

Tendremos dos tipologías de cubiertas, una para la escuela, que se tratará de una azotea transitable, compuesta por el hormigón de pendientes de 15cm, una capa de mortero de 2cm separadora sobre la que se colocará el impermeabilizante de asfalto de 1 cm de espesor adherida con cinta y adhesivo, una capa de geotextil (protección de la lámina impermeable), el aislante térmico de lana mineral de 5 cm de espesor de densidad 40 g/m³, otro geotextil, y finalmente el mortero de agarre para el pavimento de acabado de pres. La otra cubierta será al de los gimnasios, que está formada por una chapa grecada de 1mm de grosor, encima el aislante de 5cm, el geotextil de capa separadora, y finalmente la membrana impermeabilizante con acabado adecuado para la intemperie.

Las barandillas de protección de escaleras y rampas estarán formadas por una barandilla de acero, con pasamano, traveseros y montantes de 1,00 m de altura, los montantes estarán separados máximo 12 cm, soldados sobre pletina ancorada directamente al hormigón de la losa de la escalera.

De todas las instalaciones de la escuela, algunas si que son necesarias definir las para realizar el estudio, y otras no producen ningún cambio en el estudio sea cual sea su diseño; por ejemplo la instalación de evacuación que se realizará a base de tubos de PVC con uniones encoladas, las cajas sinfónicas y arquetas se realizarán de obra de fábrica enfoscada. La evacuación de los baños que no dan directamente a algún patio, se realizará mediante shunts de ventilación prefabricados de obra cerámica, y las cocinas ventilarán individualmente cada uno de ellas hasta salir a la cubierta, lo hacen con un tubo de PVC encolado.

La instalación de telefonía y telecomunicaciones tampoco será relevante, pero se deberá cumplir el Real decreto ley 1/1998 sobre las infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones.

En cambio sí que tendremos en cuenta la instalación eléctrica y de luminaria, que estará compuesta por la acometida, la caja de comando y protección, las cajas para los cuadros de distribución, los tubos flexibles de PVC, los conductos eléctricos para baja tensión, las cajas de mecanismos interruptores, conmutadores, enchufes, pulsadores, placas, marcos, luminaria vistas y encastradas y las piquetas de la conexión a tierra.

La instalación de calefacción formada por la bomba de calor, que da aire caliente, con un condensador al interior del edificio y compresor a la cubierta del edificio. En las aulas de informática el sistema de la bomba de calor dará tanto aire frío como caliente. Los radiadores serán de plancha de acero y la caldera será de gas.

La última instalación que tendremos en cuenta será de la lampistería y aparatos sanitarios, que se compone de la acometida, los contadores y todos los aparatos sanitarios correspondientes.

6.2. Esquemas de las plantas del Proyecto



Figura 6.2.1. Leyenda de las zonas de los esquemas de las plantas

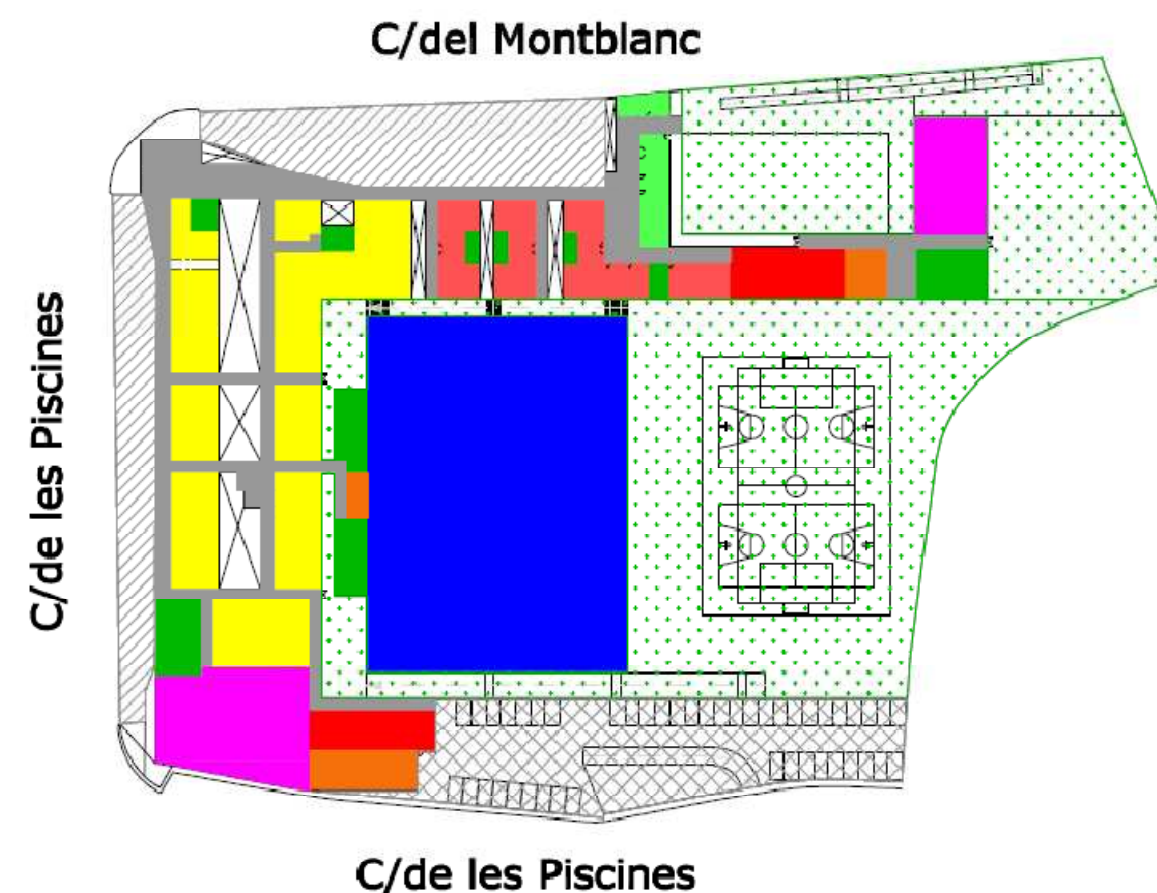


Figura 6.2.2. Esquema de la Planta Baja

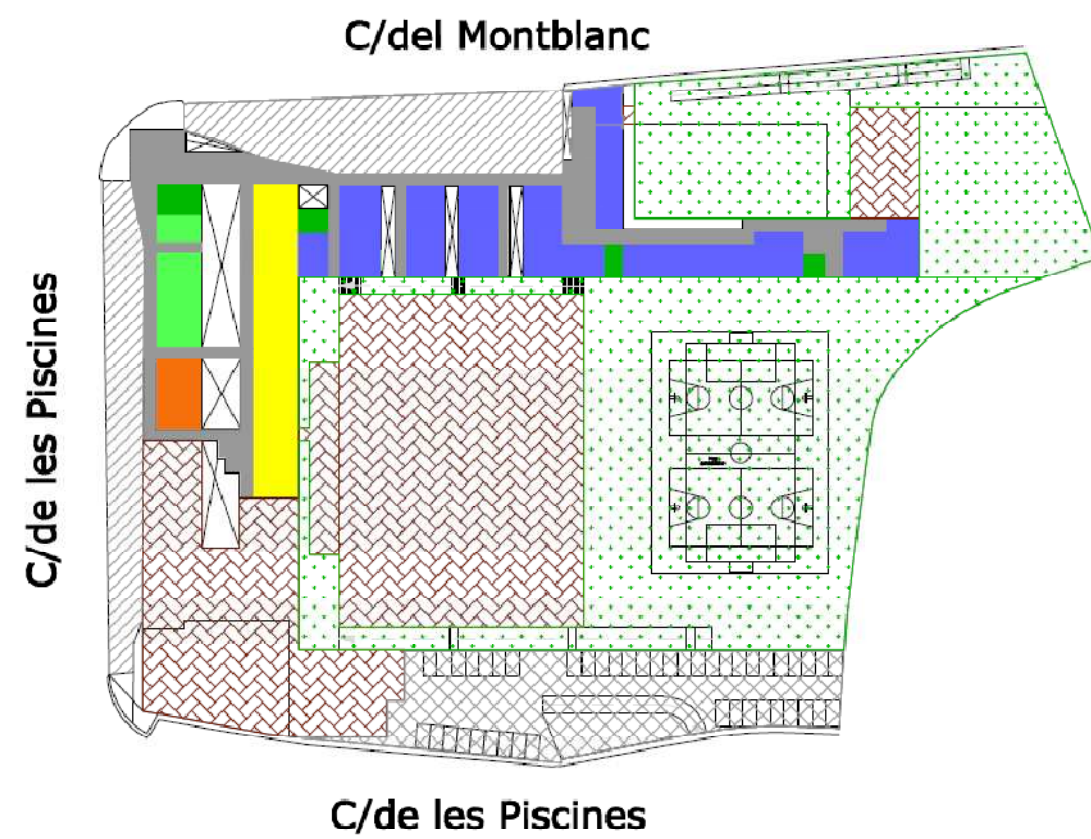


Figura 6.2.3. Esquema de la Planta Primera

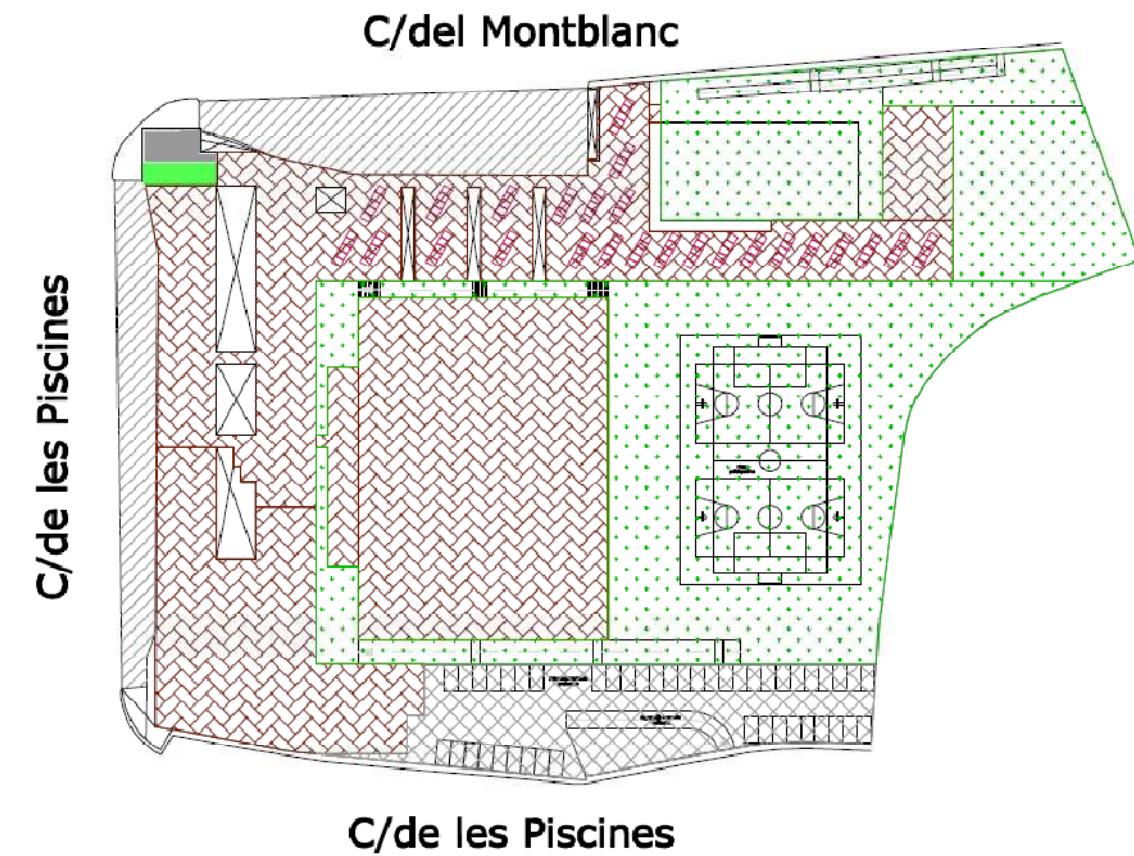


Figura 6.2.5. Esquema de la Planta Tercera

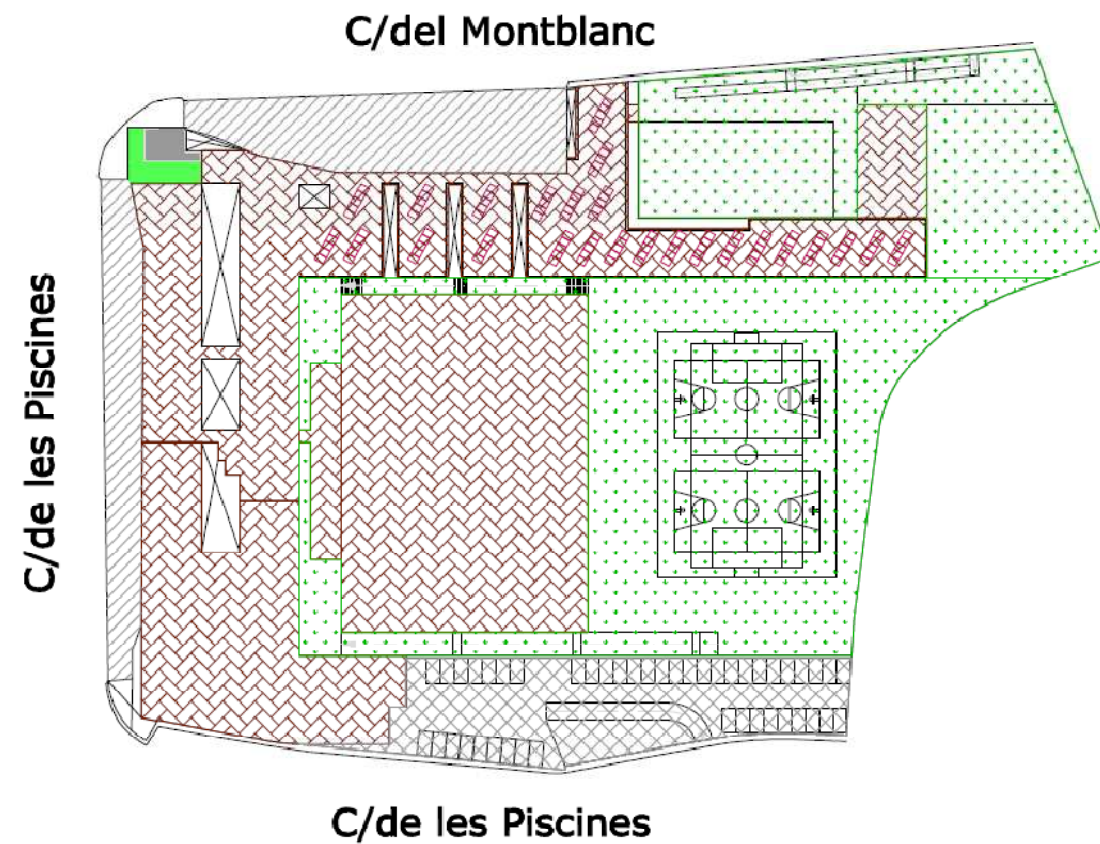


Figura 6.2.4. Esquema de la Planta Segunda

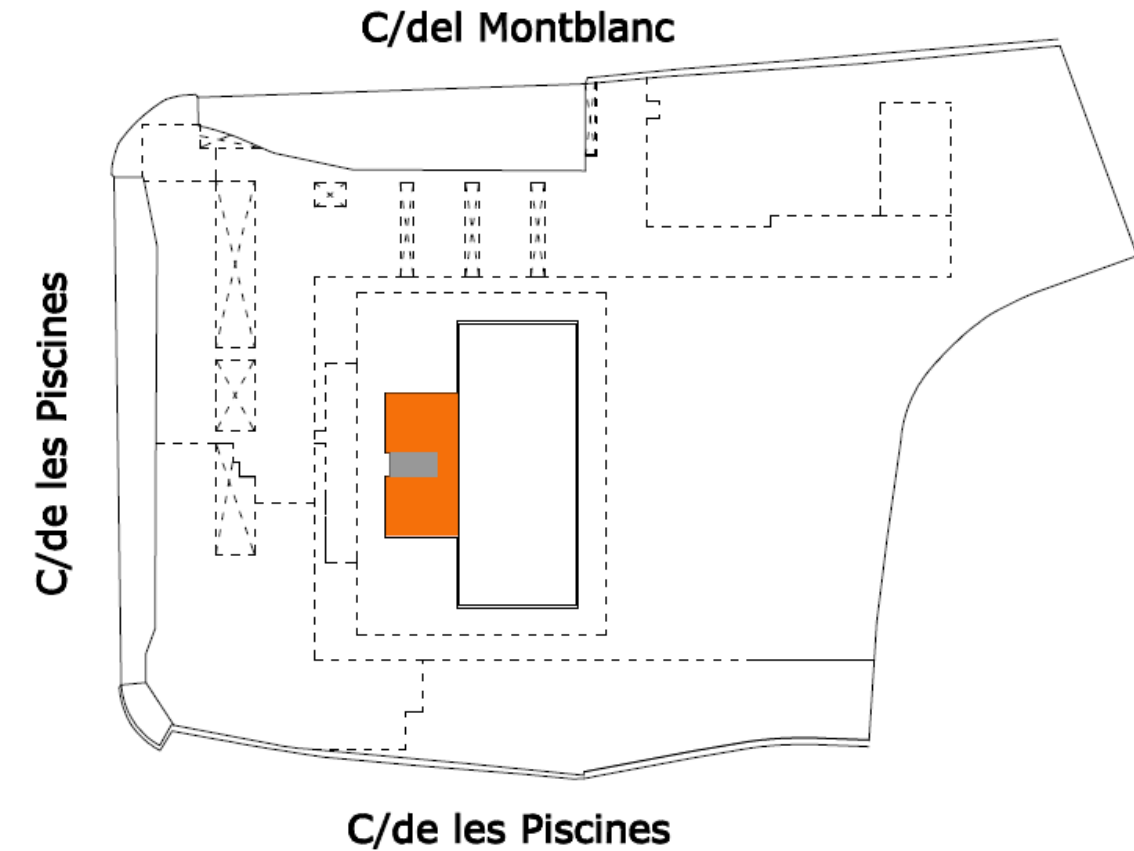


Figura 6.2.6. Esquema de la Planta Inferior de la Piscina

6.3. Cuadro de Superficies

Superficies PLANTA BAJA

AULA	SUP. ÚTIL (m ²)	SUP. ILUM. NATURAL (20-25%)(m ²)	SUP. ILUM. INDIRECTA (m ²)
EDUCACIÓN INFANTIL			
Aula de psicomotricidad	60,85	18,72	/
Aula para grupos pequeños 1	22,52	6,93	/
Tutoría 1	20,02	6,12	/
Aula P3-A	50,60	10,80	/
Aula P3-B	50,13	11,00	/
Aula P4-A	50,36	10,80	/
Aula P4-B	50,36	11,00	/
Aula P5-A	50,36	10,80	/
Aula P5-B	50,36	11,00	/
Lavabo P3-A	5,00	1,25	/
Lavabo P3-B	5,00	1,25	/
Lavabo P4-A	5,00	1,25	/
Lavabo P4-B	5,00	1,25	/
Lavabo P5-A	5,00	1,25	/
Lavabo P5-B	5,00	1,25	/
EDUCACIÓN PRIMARIA			
Sala grande gimnasio + almacén	240,00	59,10	/
Vestuarios	96,53	13,28	/
EDUCACIÓN SECUNDARIA			
Aula ESO 1º A	50,24	10,80	/
Aula ESO 1º B	50,24	11,52	/
Aula ESO 2º A	50,24	11,52	/
Aula ESO 2º B	50,24	11,25	/
Aula ESO 3º A	50,24	11,52	/
Aula ESO 3º B	50,24	11,25	/
Aula ESO 4º A	50,24	11,25	/
Aula ESO 4º B	50,24	11,25	/
Aula Bachillerato 1º A	50,24	11,25	/
Aula Bachillerato 1º B	50,24	11,52	/
Aula Bachillerato 2º A	50,24	11,25	/
Aula Bachillerato 2º B	50,24	11,52	/
Departamento 1	26,08	5,94	/
Departamento 2	26,08	5,76	/
Departamento 3	26,08	5,76	/
Departamento 4	26,08	5,94	/
Vestuarios	100,05	/	/

Aula taller	102,76	9,90	11,775
Aula de atención individualizada 1	26,30	/	10,50
Aula de atención individualizada 2	25,60	6,45	/
Departamento 5	22,39	7,92	/
Departamento 6	22,39	7,92	/
Tutoría 1	11,56	/	/
Tutoría 2	11,56	/	/
Lavabo alumnos 4	26,16	5,50	/
Lavabo alumnos 5	22,80	5,40	/
Aula de tecnología + almacén	150,31	33,60	/
Gimnasio - espacio polivalente	469,47	47,89	14,40
Laboratorio física	60,31	/	12,60
Laboratorio química	61,97	/	17,26
Laboratorio biología	60,01	/	13,14
ADMINISTRACIÓN			
Director	16,24	5,025	/
Jefe de Estudios	12,12	3,75	/
Secretaría	20,03	4,50	/
Sala de profesores	48,14	14,55	/
Lavabo profesores	17,11	2,32	/
AMPA	15,88	3,30	/
Conserjería - reprografía	10,84	3,85	/
Asociación de alumnos	17,34	/	/
OTROS SERVICIOS			
Cocina	51,77	11,16	/
Comedor	106,64	40,47	/
Lavabos - vestidor PND	11,15	3,08	/
Instalaciones	20,02	/	/
Contadores	5,44	1,36	/
Limpieza	3,06	/	/
Basura	2,04	/	/
Catering - barra	50,01	12,33	/
Cafetería - comedor	91,45	/	18,00
Lavabos - vestidor PND	10,5	2,28	/
Instalaciones	21,00	/	/
Contadores	10,01	2,50	/
Limpieza	5,61	1,50	/
Almacén	45,00	6,60	/
Basura	3,74	1,50	/
PISCINA			
Vestuarios mujeres	70,54	3,20	/
Vestuarios hombres	69,97	3,20	/
Enfermería	26,93	/	5,20

Superficies PLANTA PRIMERA

AULA	SUP. ÚTIL (m²)	SUP. ILUM. NATURAL (20-25%)(m²)	SUP. ILUM. INDIRECTA (m²)
EDUCACIÓN PRIMARIA			
Aula 1º A	45,05	13,86	/
Aula 1º B	45,05	13,86	/
Aula 2º A	45,05	13,86	/
Aula 2º B	45,05	13,86	/
Aula 3º A	45,9	10,05	/
Aula 3º B	47,73	13,20	/
Aula 4º A	45,90	10,05	/
Aula 4º B	47,73	13,20	/
Aula 5º A	45,90	10,05	/
Aula 5º B	47,73	13,20	/
Aula 6º A	45,20	9,225	/
Aula 6º B	45,75	13,20	/
Aula para grupos pequeños 5	28,25	5,65	/
Aula de plástica	45,03	9,99	/
Tutoría 1	17,47	3,60	/
Tutoría 2	17,47	3,60	/
Tutoría 3	17,47	3,60	/
Aula para grupos pequeños 1	22,82	6,00	/
Aula para grupos pequeños 2	22,82	6,00	/
Aula para grupos pequeños 3	22,82	6,00	/
Aula para grupos pequeños 4	22,82	6,00	/
Aula de música - audiovisuales	66,89	19,56	/
Aula de informática	45,32	10,50	/
Aula de soporte	54,25	11,88	/
Biblioteca	76,30	16,02	/
Lavabo alumnos 1	15,40	3,08	/
Lavabo alumnos 2	16,67	2,28	/
Lavabo alumnos 3	22,8	4,32	/
EDUCACIÓN SECUNDARIA			
Aula de informática	86,94	6,45	13,50
Lavabo alumnos 6	28,11	6,60	/
Aula de dibujo	92,97	10,80	15,00
Aula de música - idiomas	55,74	12,78	/
Aula de plástica - audiovisuales	55,74	12,78	/
Aula complementaria	57,25	13,14	/
Biblioteca	90,92	20,88	/
ADMINISTRACIÓN			
Director	20,18	7,20	/
Jefe de Estudios	20,18	7,20	/

Secretario - administrador	17,17	/	/
Sala de visitas	17,17	/	/
Lavabo profesores	15,39	/	/
Sala de profesores	94,74	19,8	/
OTROS SERVICIOS			
Sala de actos	101,66	22,68	/

Superficies PLANTA SEGUNDA

AULA	SUP. ÚTIL (m²)	SUP. ILUM. NATURAL (20-25%)(m²)	SUP. ILUM. INDIRECTA (m²)
ADMINISTRACIÓN			
Secretaría	38,59	9,60	/
Conserjería - reprografía	21,97	9,00	/

Superficies PLANTA TERCERA

AULA	SUP. ÚTIL (m²)	SUP. ILUM. NATURAL (20-25%)(m²)	SUP. ILUM. INDIRECTA (m²)
ADMINISTRACIÓN			
AMPA	46,36	18,90	/

Superficies RECINTO PISCINA

AULA	SUP. ÚTIL (m²)	SUP. ILUM. NATURAL (20-25%)(m²)	SUP. ILUM. INDIRECTA (m²)
PISCINA			
Piscina	2.169,00	197,00	/
Varios departamentos inferiores	284,26	/	/

7. ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL RECINTO ESCOLAR

7.1. Weather Tool

Antes de empezar a calcular la demanda energética de los recintos de nuestro edificio, se realizará un estudio con un programa llamado Weather Tool para analizar, según el clima donde está ubicado el edificio, qué tipo de diseño pasivo puede ayudar a los recintos para que la demanda energética del mismo sea inferior.

Cuando se habla de diseños pasivos, se trata de:

- Calefacción solar pasiva
- Masa térmica de los muros
- Ventilación nocturna
- Ventilación natural
- Enfriamiento evaporativo directo
- Enfriamiento evaporativo indirecto

Para ello se empezará insertando una base de datos, con los datos de Barcelona, ya que el de la localidad donde se encuentra nuestro edificio no se han encontrado, pero una vez introducidos estos datos, se modificarán las temperaturas y radiaciones medias, ya que estos valores sí que se han podido lograr.

A partir de allí primero se mirará la orientación óptima del edificio, principalmente es para la calefacción solar pasiva, pero según la orientación óptima también puede servir para poder situar el edificio de una manera u otra, y también para la distribución del mismo, ya que siempre aquellas estancia en la que se pase mayor parte del día, deberán estar situadas en la parte Sur, y las zonas donde se pase menor tiempo, o que la carga en ellas sea muy elevadas, deberían estar encaradas en la cara norte. Estas indicaciones podrían servir más para una vivienda que para una escuela, pero también se puede encontrar un uso, ya que las aulas, que es donde se pasa el mayor tiempo, mientras están protegidas por el sol, su orientación más óptima sería el sur, mientras que los gimnasios y las aulas de informática, en las que la carga es muy elevada, su orientación óptima se trataría de el norte.

El resultado que ofrece el programa es que la orientación óptima del edificio sería de 185° respecto el Norte; y la peor sería 275° también respecto al Norte. Debido a las características del solar, y a que ya hay una edificación existente, la piscina, que incluye en la colocación del nuevo edificio, la escuela se encuentra en una orientación de 122° del Norte, en la zona de secundaria y bachillerato, y a 212° del Norte, en la zona de parvulario y primaria. De manera que no se trata de la orientación óptima, pero están dentro de la zona aceptable.

El programa con la orientación también da la radiación solar, es decir la cantidad de sol que recibirían unos captadores solares si estuvieran orientados en esa dirección. Así que para la orientación óptima tenemos que la radiación solar media al año es de 1,93kWh/m²; en cambio para las orientaciones que

dispone el edificio tenemos que, par a la orientación de 122º la radiación solar media es de 1,41kWh/m², y para la de 212º es de 1,98kWh/m²; de manera que será en esta orientación donde colocaremos nuestros colectores solares.

Con la orientación analizada, iremos a estudiar el gráfico psicométrico, que será el que indicará cuáles de los diseños pasivos mencionados anteriormente son los que nos pueden aportar un mayor confort en el edificio.

Primero se analizará cada diseño pasivo por separado, de manera que se conocerá si conviene realizar un posterior estudio combinado, o si ya no será necesario realizarlo por qué ese diseño pasivo no proporcionará ningún confort nuevo. Así que después de realizar el estudio, tenemos 3 diseños pasivos que si que pueden aportar un aumento en nuestro confort, que son:

- Calefacción solar pasiva, que proporciona un 45% más de confort
- Masa térmica de los muros, que proporciona un 45% más de confort
- Ventilación natural, que proporciona un 25% más de confort

Con estas estrategias pasivas, se combinará por un lado la calefacción solar pasiva y la ventilación natural (el confort aumenta hasta el 60%), y por el otro la calefacción solar pasiva y la masa térmica de los muros (el confort aumenta un 65%); la masa térmica de los muros y la ventilación natural no se combinará debido a que en sus gráfica por separado se puede llegar a la conclusión de que su combinación no aportaría nada nuevo.

De manera que las estrategias pasivas que se intentarán usar en el diseño de los recintos de la escuela y de la piscina son la masa térmica de los muros y la calefacción solar pasiva. También se podría usar la ventilación natural, ya que no producirá ninguna disminución en el confort, aunque ayude poco, algo aumentará el confort si la usamos.

7.2. Design Builder

Con el programa del Design Builder, se pretende realizar un análisis del recinto de la escuela más los vestuarios de la zona de la piscina, para conocer qué grado de eficiencia tiene el edificio y si es posible mejorarlo.

A parte del grado de eficiencia del edificio, también facilita los datos del consumo de energía del edificio, así como sus aportaciones de calor debidas a la piel del edificio. Estos datos se pueden conocer de manera anual, mensual, diaria y subhoraria. Específicamente se obtendrán los resultados de las cargas de calefacción y refrigeración; así como los datos de confort y las emisiones de CO2.

La eficiencia energética es la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. En los edificios, los elementos que se tienen en consideración para el grado de eficiencia energético son la eficiencia de la envolvente térmica, el aislamiento, la ventilación, la infiltración, el agua sanitaria, la eficacia de los sistemas y la incorporación de energías renovables.

Para regular el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción, se creó el Real Decreto 47/2007, con el objetivo de promover la construcción de edificios eficientes energéticamente y, para hacerlo se creó un distintivo común: la etiqueta de Eficiencia Energética. Esta etiqueta permite conocer el grado de eficiencia energética del edificio sin tener conocimientos técnicos, tan sólo hace falta comprobar si la calificación es próxima a la A (que se trataría de los edificios más eficientes que existen, con un consumo de energía inferior al 55% de la media) hasta una calificación G (muy poco eficiente, con un consumo superior al 125%).

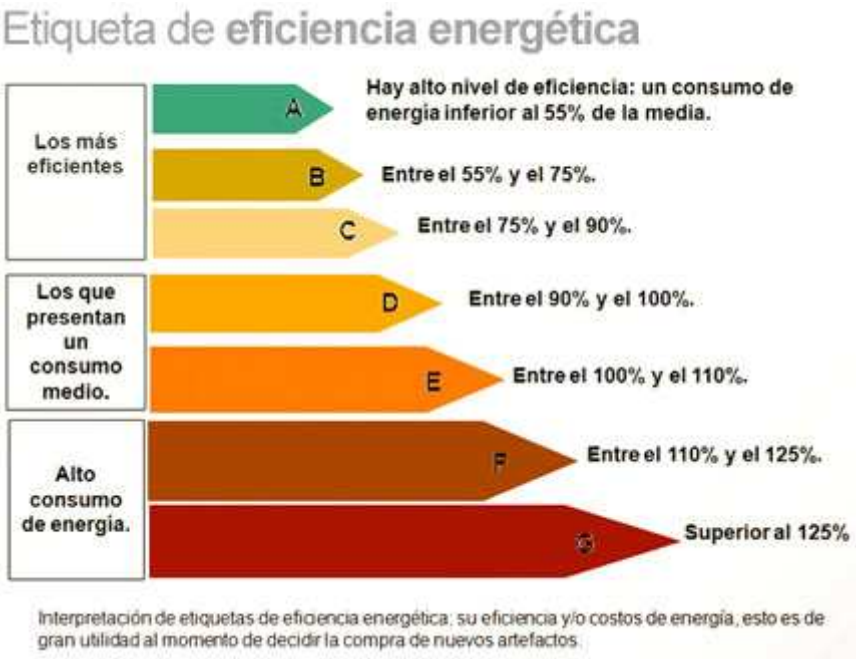


Figura 7.2.1. Tabla del grado de eficiencia energética de los edificios

En la tabla anterior se puede observar cada uno de los grados de eficiencia energética y a qué porcentaje de consumo de energía, equivale según la media.

7.2.1. Hipótesis 1

En la primera hipótesis se tendrá en cuenta el edificio de la escuela y los vestuarios de la piscina sin ninguna mejora ni ningún extra que pueda mejorar su eficiencia energética.

Para ello se deberá definir todo el recinto de la escuela y de los vestuarios de la piscina, es decir, se deberán determinar los materiales, la cantidad de huecos y su composición, las instalaciones que existirán, así como también diseñar un horario de ocupación, ya que al tratarse de una escuela, no estará ocupada todo el año ni todas las horas del día, y tampoco durante el día tendrá el mismo porcentaje de ocupación debido a que la escuela es desde infantil hasta bachillerato, y los horarios de un curso al otro pueden variar bastante.

Los materiales, tanto para los cerramientos fijos, como para los practicables y las cubiertas, serán los comentados en el apartado 6.1.2., en el cual se describe como son los cerramientos del edificio. También se usarán las mismas instalaciones descritas en el apartado anteriormente nombrado.

Una vez introducidos todos los datos en el programa y creado todo el recinto, los resultados que proporciona anuales, son los siguientes:

El esmaltar	Paredes	Techos (internos)	Pisos (internos)	Plantas bajas	Particiones (internas)	Azoteas
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
-423.108,4	-71.517,55	96.706,34	-96.727,54	-425.360,2	-3,94E-10	-92.173,09

Infiltración externa	Respiradero natural externo.	DHW	Aumentos generales de la iluminación	La computadora + equipa aumentos	Aumentos de la ocupación	Aumentos solares transmitidos
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
-205.518,8	-215.074,8	42.004,31	155.962	12.077,08	327.920,2	847.330,9

Calefacción entregada	El refrescarse entregado	Electricidad del sitio	Sistema misceláneo	Caldera 1	Refrigerador 1
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
40.472,43	-10.130,26	168.039,1	929.234,8	48.181,47	8.512,821

Figura 7.2.1.1. Tabla de los resultados totales anuales

De manera que el grado de eficiencia energética del edificio en la hipótesis 1 sería el siguiente:

Resumen	
Nombre	Escuela
Fecha	25/09/2009
Tipo del edificio	GENERAL
Superficie cubierta tratada	7763,03
Tipo del gravamen	Asset rating
Dimensión	Interno
Método del cálculo	1-EnergyPlus
Localización baja del clima	ESP_Barcelona_I WEC
Grado-días de la calefacción	1419
Grado-días que se refrescan	2232
Salida	
Intensidad real del carbón del edificio	18,53kilogramo CO2/m2
Intensidad variable obediente del carbón de las regulaciones	18,53kilogramo CO2/m2
Intensidad variable media común del carbón	N/A
Grado de funcionamiento de la energía del activo	1,0000
Clase	C

Figura 7.2.1.2. Grado energético del edificio

En el que se observa que dicho grado es el C, por lo tanto el recinto escolar se encuentra entre los edificios más eficientes, pero dentro de estos es el que menos eficiencia tiene, ya que el consumo de energía se encuentra entre el 75% y el 90% de la media.

El grado de eficiencia energético también nos proporciona las emisiones de CO2 producidas, que por m² se contempla que son de 18,53 kg CO2/m².

7.2.2. Hipótesis 2

En la segunda hipótesis trataremos de mejorar los resultados de la hipótesis anterior, y si es posible aumentar el grado de eficiencia energética. Para ello hay varios factores que se han modificado en el recinto de la escuela.

El primero de todos es que se ha aumentado un 40% el espesor del aislante, de manera que tanto las paredes exteriores como las cubiertas pasan de tener 5 cm de aislante térmico a tener 7 cm. A la pared exterior se le ha aumentado al doble el muro exterior, es decir pasa de 14 cm a 28 cm, para aumentar su inercia térmica. Y también se han colocado unas barreras de vapor antes de los aislantes, tanto en paredes como en ventanas, para evitar las condiciones intersticiales que se producirán en las fachadas del recinto de la piscina, tal y como se observará en el apartado siguiente.

El acristalamiento de los huecos se ha cambiado por un cristal doble de 4 + 12 + 4 mm, con un vidrio normal y otro de baja emisividad; y se han colocado unas lamas de 20cm de profundidad y una inclinación de 15º, en las ventanas orientadas al oeste, al sur y al este.

Por último, en las instalaciones, el único cambio que ha habido es que se ha aplicado un 70% del total de las estancias que debían tener agua caliente sanitaria, ya que se introducen 15 placas solares que abarcarán el 30% de las necesidades térmicas anuales.

Con todos estos cambios, se obtiene que los resultados finales anuales son los siguientes:

El esmaltar	Paredes	Techos (internos)	Pisos (internos)	Plantas bajas	Particiones (internas)	Azoteas
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
-49.800,61	-59.039,19	84.082,08	-84.082,16	-352.703	-6,20E-11	-62.523,48

Infiltración externa	Respiradero natural externo	DHW	Aumentos generales de la iluminación	La computadora + equipamientos	Aumentos de la ocupación	Aumentos solares transmitidos
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
-181.787	-182.611,8	20.326,71	155.962	12.077,08	342.650,6	299.653,5

Calefacción entregada	El refrescarse entregado	Electricidad del sitio	Sistema misceláneo	Caldera 1	Refrigerador 1
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
38.151,63	-5.118,355	168.039,1	929.234,8	45.418,61	4.301,139

Figura 7.2.2.1. Tabla de los resultados totales anuales

Comparando los resultados, ya se contempla que los aumentos internos de calor han descendido, así como los consumos de energía.

Por lo tanto, el grado de eficiencia de la escuela en la hipótesis 2 es el B, ya que se ha mejorado conforme la hipótesis 1, así se ha pasado de que el consumo se encuentre entre el 75% al 90% del grado C; a que el consumo de energía se encuentre entre el 55% y el 75% de la media. También se puede contemplar como las emisiones de CO2 han descendido, ahora son de 17,56 kg CO2/m².

Resumen	
Nombre	Edificio 1
Fecha	27/09/2009
Tipo del edificio	GENERAL
Superficie cubierta tratada	7763,03
Tipo del gravamen	Asset rating
Dimensión	Interno
Método del cálculo	1-EnergyPlus
Localización baja del clima	ESP_Barcelona_I WEC
Grado-días de la calefacción	1419
Grado-días que se refrescan	2232
Salida	
Intensidad real del carbón del edificio	17,56kilogramo CO2/m2
Intensidad variable obediente del carbón de las regulaciones	17,56kilogramo CO2/m2
Intensidad variable media común del carbón	N/A
Grado de funcionamiento de la energía del activo	1,0000
Clase	B

7.3. Energía Solar

En este apartado se realizará el diseño y dimensionado, de una instalación de agua caliente sanitaria (ACS) para una escuela de infantil, primaria, secundaria y bachillerato, durante todo el curso escolar, mediante la utilización de un sistema de energía solar térmica de baja temperatura, como medio de aportación de calor.

Se decidirá mediante un análisis tanto medioambiental como de amortización, si resultará efectivo instalar la instalación de ACS. Más adelante también se realizará este análisis conjuntamente con la instalación de energía solar para el calentamiento de la piscina, y así decidir finalmente si son efectivas dichas instalaciones.

7.3.1. Datos previos

Los datos previos son aquellos que se presuponen para poder comenzar los cálculos. En este caso, fijar los datos de partida consiste en fijar las condiciones interiores y exteriores, tanto para invierno como para el verano. Los datos previos se pueden resumir en los siguientes puntos:

7.3.1.1. Descripción del edificio

Se considera el edificio separado en dos partes, una donde encontramos todo lo relacionado con el centro escolar; y por otro lado el recinto de la piscina cubierta con sus vestuarios.

El recinto escolar consta de las aulas de infantil, de primaria, de secundaria y de bachillerato; además de todos los departamentos necesarios para el profesorado, dos gimnasios con sus respectivos vestuarios, dos comedores, y dos cocinas también. Si nos fijamos en el apartado 5.1. Programa de necesidades, se observa de qué consta el recinto escolar.

7.3.1.2. Ocupación

Para el cálculo de la instalación de ACS, se necesitará por un lado la ocupación que tiene el área escolar, y por otro lado la cantidad de duchas que habrá en los vestuarios de la piscina.

Para determinar la ocupación de la escuela, se deberá de volver a mirar el apartado 5.1. el cuál nos indica que para la educación infantil y primaria el ratio de alumnos/aula es de 25; en cambio para secundaria bachillerato es de 35; de manera que:

- 6 aulas de infantil x 25alumnos/aula = 150 alumnos
- 12 aulas de primaria x 25alumnos/aula = 300 alumnos
- 8 aulas de secundaria x 35alumnos/aula = 280 alumnos
- 4 aulas de bachillerato x 35alumnos/aulas = 140 alumnos

En total hay 870 alumnos; a parte también se debe tener en cuenta a los profesores, y al personal; más o menos se podría contar como mínimo un profesor por aula, que hacen un total de 30 profesores; más luego el personal de cocina, de comedor, y de secretaría y conserjería, que pueden ser 15 personas más; es decir que en total habría una ocupación completa de unas 915 personas.

Para el tema de las duchas, cada vestuario de la zona de la piscina dispone de 14 duchas, es decir que en total hay 28 duchas.

7.3.1.3. Condiciones exteriores

Las condiciones generales de Rubí son las siguientes:

- Longitud: 41°29'37" Norte
- Latitud: 2°2'13" Este
- Altitud: 156m
- Grado de inclinación óptimo: 36º

En la siguiente tabla se observan las temperaturas medias tanto para verano como para invierno, y también la radiación solar según el ángulo.

Mes	Irradiación diaria con inclinación (Wh/m2)					Inclinación óptima (grado)	Temperatura media diurna	Temperatura media (24h)
	15 grado	25 grado	40 grado	90 grado	Ángulo óptimo			
Ene	2564	2935	3356	3291	3262	64	9.9	8.7
Feb	3204	3530	3861	3376	3793	55	10.8	9.3
Mar	4540	4815	5014	3719	4987	43	13.4	11.7
Abr	5239	5325	5234	3106	5285	27	15.2	13.7
May	5930	5861	5527	2698	5641	16	18.7	17.4
Jun	6520	6357	5873	2532	6028	8	22.9	21.6
Jul	6656	6531	6087	2709	6233	12	25.3	24.0
Ago	6077	6116	5913	3195	5997	23	25.6	24.2
Sep	5122	5359	5474	3742	5472	38	22.3	20.7
Oct	3826	4167	4490	3726	4427	52	19.1	17.5
Nov	2696	3048	3435	3256	3350	61	13.6	12.0
Dic	2332	2702	3129	3165	3032	66	10.3	9.0
Año	4566	4735	4788	3209	4798	36	17.3	15.8

Figura 7.3.1.3.1. Condiciones exteriores de Rubí

7.3.1.4. Condiciones interiores

La única condición interior que interesa es a que temperatura estará el agua de servicio en el acumulador.

- Temperatura del agua de servicio: 60°C

7.3.2. Cálculos justificativos para ACS

El diseño y dimensionado de esta instalación se ha basado en la normativa del RITE (ITE 10.1 Producción de ACS mediante sistema solares activos) y el CTE DB-HE4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria).

El primer cálculo será evaluar el consumo necesario. Para el agua caliente sanitaria, hay que conocer los litros de agua que cada día consumen los usuarios del edificio a estudiar. En nuestro caso, como ya se ha comentado anteriormente, habrán 915 personas, que para escuelas se considera 3l/persona; y 28 duchas, que para las duchas se considera 15 litros por servicio al día. Es decir que en total habrá un consumo de 3.165 litros de agua.

Una vez sea establecido el consumo de la instalación, hay que encontrar la energía que se tiene que aportar para conseguir aumentar la temperatura del agua de red hasta la de servicio; la temperatura de red variará según el mes del año, en cambio la de servicio es constante, es aquella temperatura deseada que se encontrará el agua de consumo.

Con el volumen de agua de consumo, y la diferencia de temperatura entre el agua de red y la de servicio, se calculará la energía necesaria para calentar dicha agua.

A partir de aquí, conocida la energía que se necesita cada mes para calentar el agua; y según el tipo de captador que se elija y la inclinación del mismo, se obtendrán una cantidad de captadores, con una superficie de captación determinada, y con una fracción total.

En el cuadro siguiente se observan todos los datos anteriormente mencionados. Como se puede contemplar, en total se ha elegido una superficie de captación de 51,80m² que corresponden a 20 captadores solares de la marca CHROMAGEN modelo CR-12P; y una fracción solar del 37,31%.

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
VOLUMEN ACS (L)	3165	3165	3165	3165	3165	3165
TEMP. RED (°C)	8	9	11	13	14	15
TEMP. SERVICIO (°C)	60	60	60	60	60	60
ΔT(°C)	52	51	49	47	46	45
Energía (kcal)	164580	161415	155085	148755	145590	142425
Energía (MJ)	687,94	674,71	648,26	621,80	608,57	595,34
Radiación a 40º (MJ/m2)	12,08	13,89	18,05	18,84	19,89	21,14

Radiación efec. (MJ/m2)	11,36	13,06	16,97	17,71	18,70	19,87
Horas de sol al día	7,5	8	9	9,5	9,5	9,5
Intensidad rad. (W/m2)	420,56	453,35	523,67	517,82	546,68	581,04
Temp. Mediana (°C)	9,9	10,8	13,4	15,2	18,7	22,9
Rendimiento captador	0,18	0,22	0,30	0,31	0,36	0,41
Rad. Aprovecha capt.	2,00	2,89	5,14	5,55	6,72	8,12
Rad. Aprovecha sist.	1,70	2,45	4,37	4,72	5,71	6,90
Sup. Captación	403,89	275,10	148,32	131,79	106,52	86,26
Nº captadores	155,94	106,21	57,27	50,88	41,13	33,30
Nº captadores elegidos	20,00					
Sup. Captadores elegidos	51,80					
% contr. solar mensual	12,83	18,83	34,92	39,31	48,63	60,05
Rad. Aporta capt.TOTAL	88,23	127,047459	226,40	244,40	295,95	357,53
% contr. Solar anual	37,31					

Figura 7.3.2.1. Tabla resumen de la instalación de ACS

MES	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.
VOLUMEN ACS (L)	3165	3165	3165	3165	3165	3165
TEMP. RED (°C)	16	15	14	13	11	8
TEMP. SERVICIO (°C)	60	60	60	60	60	60
ΔT(°C)	44	45	46	47	49	52
Energía (kcal)	139260	142425	145590	148755	155085	164580
Energía (MJ)	582,11	595,34	608,57	621,80	648,26	687,94
Radiación a 40º (MJ/m2)	21,91	21,26	19,7	16,16	12,36	11,26
Radiación efec. (MJ/m2)	20,60	19,98	18,52	15,19	11,62	10,58
Horas de sol al día	9,5	9,5	9	9	8	7
Intensidad rad. (W/m2)	602,20	584,34	571,54	468,84	403,42	420,02
Temp. Mediana (°C)	25,3	25,6	22,3	19,1	13,6	10,3
Rendimiento captador	0,43	0,43	0,40	0,31	0,19	0,18
Rad. Aprovecha capt.	8,95	8,58	7,40	4,72	2,25	1,90
Rad. Aprovecha sist.	7,61	7,30	6,29	4,01	1,91	1,62
Sup. Captación	76,48	81,59	96,72	155,14	338,84	425,24
Nº captadores	29,53	31,50	37,34	59,90	130,83	164,18
Nº captadores elegidos	20,00					
Sup. Captadores elegidos	51,80					
% contr. solar mensual	67,73	63,49	53,56	33,39	15,29	12,18
Rad. Aporta capt.TOTAL	394,27	377,96	325,94	207,61	99,10	83,80
% contr. Solar anual	37,31					

Figura 7.3.2.2. Tabla resumen de la instalación de ACS

Se observa como la contribución solar anual, o lo que es lo mismo la fracción solar, supera un poco al mínimo que nos marca el CTE DB-HE4 que es el 30% tanto.

En cuanto al acumulador se ha decidido que tenga un volumen de unos 3.000 litros, de esta manera cumple tanto el requisito del RITE como el del CTE.

7.3.3. Ubicación de los captadores

Los captadores estarán ubicados en la parte noreste del edificio, encima de la zona de primaria; los captadores estarán orientados hacia el sur y con una inclinación de 40º.

Sus pérdidas por orientación e inclinación serán de entre el 0 al 5%, por lo tanto cumplen con el CTE DB-HE4, ya que el máximo es del 10%. Y en el caso de las pérdidas por sombra se manifiesta que no existirán debido a que están situadas en la parte más alta de todo el edificio, y mirando hacia al sur, todos los terrenos, casas, etc., están por un nivel inferior al que se encontrarían los captadores.

7.3.4. Impacto medioambiental y amortización

El hecho de generar energía térmica, directamente del sol, sin que exista un proceso de combustión, supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio y exento de contaminación.

En primer término, toda la energía procedente del sol evita la utilización de un combustible fósil, y por tanto la emisión de partículas sólidas en suspensión, tales como SO₂, CO₂, NO₂, etc. Además, su utilización en la medida en que se evita el uso de otros combustibles, suprime los impactos originados por ellos en su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que incide beneficiosamente en el agua, el suelo, la atmosfera, la fauna, etc. Su uso beneficia directamente al usuario, ya que es un procedimiento limpio, no produce ruidos significativamente, y también a la larga será un beneficio económico; pero también aporta un beneficio indirecto al aire, la tierra, etc.

En resumen, el uso de energía solar en substitución de energías convencionales de las instalaciones de producción tiene como principal consecuencia la reducción de las emisiones a la atmósfera de gases que provocan el efecto invernadero; el más importante de ellos el dióxido de carbono (CO₂). Por cada kWh economizado, la cantidad de CO₂ evitada, depende de la fuente de energética (tipo de combustible fósil substituido).

Para realizar la amortización se deberán saber los costes de las energías con las que se realizará el análisis, estos costes se encuentran en la siguiente tabla:

ENERGÍA AUXILIAR	Gasóleo C	Gasóleo C B. Temperatura	Gas Natural	Gas Natural Condensación
Coste	0,101714€/kWh	0,093291€/kWh	0,07251€/kWh	0,07182€/kWh

Figura 7.3.4.1. Coste de las energías

A partir de aquí, y sabiendo que la instalación de ACS tiene un ahorro anual de 16.007,77 kWh, debido a que las necesidades térmicas anuales son de 42.904,78 kWh y que la fracción solar es del 37,31%; se han resumido los resultados de las amortizaciones en la siguiente tabla:

ENERGÍA AUXILIAR	Gasóleo C	Gasóleo C B. Temperatura	Gas Natural	Gas Natural Condensación
Coste	0,101714€/kWh	0,093291€/kWh	0,07251€/kWh	0,07182€/kWh
Ahorro económico anual	1.628,26 €	1.493,38 €	1.160,72 €	1.149,68 €
Coste de la instalación	±25.000 €	±25.000 €	±25.000 €	±25.000 €
Amortización (años)	15,35	16,74	21,54	21,75

Figura 7.3.4.2. Tabla de amortización de la instalación de ACS

También se calcularán la producción de emisiones que efectúa cada tipo de energía, los datos se resumen en la siguiente tabla:

Energía auxiliar	kg/kWhCO ₂	g/kWhSO ₂	g/kWhNO ₂	g/kWhCOV's	g/kWhCO	g/kWhN ₂ O
Gasóleo	6.547,17	16.520,00	9.364,54	2.065,00	3.985,93	120,06
Gas Natural	4.626,24	144,07	5.682,76	8.372,06	9.188,46	30,41

Figura 7.3.4.3. Tabla de producción de emisiones de la instalación de ACS

Después de observar las dos tablas, se podría pensar que lo más lógico sería usar Gasóleo C, debido a que se amortizará antes la instalación, y que se evitarán producir más emisiones que el Gas Natural; pero eso se debe a que su coste por kWh es más alto que el de Gas Natural, y también a que produce más emisiones; pero en contra del gas natural tenemos que su amortización se produce muy tardana, a los 21 años y medio; y si la vida útil de la instalación es de entre 20 y 25 años, tampoco beneficia. Por eso se decide que la energía más rentable para la instalación de ACS sería la de Gasóleo C de Baja Temperatura.

8. ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL RECINTO DE LA PISCINA

8.1. Limitación de la demanda energética

El análisis de la limitación de la demanda energética se ha basado en el CTE DB-HE1, que su precedente es la NBE-CT-79 sobre las condiciones térmicas de los edificios, en la que se solicitaba una adecuada construcción de los edificios para hacer frente a los problemas derivados del encarecimiento de la energía.

Esta adecuada construcción se reflejaba en unas condiciones térmicas exigibles a los edificios a cuatro niveles:

1. Transmisión global del calor a través del conjunto del cerramiento
2. Transmisión de calor a través de cada uno de los elementos que forman el cerramiento
3. Comportamiento higrotérmico de los cerramientos
4. Permeabilidad al aire de los cerramientos

Como se observa en el esquema anterior no es muy diferente del que propone el CTE DB-HE 1, en el único que queda sustancialmente distinto es el de la demanda energética:

1. Demanda energética
2. Condensaciones
3. Permeabilidad

La diferencia más fundamental del CTE-DB HE1 frente al NBE-CT-79 es que el primero incluye el nivel de radiación solar cuando se definen las diferentes zonas climáticas y considera que la carga interna del edificio es un parámetro imprescindible a la hora de definir las características térmicas que debe tener la envolvente.

Para comprobar en un proyecto si la demanda energética de un edificio cumple con los valores permitidos, existen dos opciones: la opción simplificada y la opción general.

La opción simplificada es la más sencilla y directa, y se puede realizar manualmente; es la que guarda más parecido con la NBE-CT-79. Se basa en controlar indirectamente la demanda energética comparando los parámetros que caracterizan el comportamiento térmico de los elementos envolventes del edificio proyectado con ciertos valores límite. El diseño de la envolvente será adecuada si sus parámetros térmicos se sitúan por debajo de dichos valores. Éste método es el que se ha usado para calcular la demanda energética del recinto de la piscina.

La opción general es más compleja y requiere utilizar un programa de cálculo. El programa oficial es el LIDER, y calcula las demandas energéticas de calefacción y refrigeración del edificio a partir de sus datos geométricos y constructivos; también establece un edificio de referencia y calcula su demanda energética. El edificio en estudio cumple la normativa si su demanda energética es inferior a la del edificio de referencia. A parte del LIDER hay otros programas que también realizan el cálculo de la

demanda energética, como puede ser el Design Builder, que es el que se ha utilizado para el cálculo de la demanda energética del recinto escolar.

La envolvente de un edificio está constituida por los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (ya sea con el aire o el terreno), y particiones interiores que limitan espacios habitables con espacios no habitables que están, a su vez, en contacto con el ambiente exterior.

Los parámetros característicos que definen a la envolvente térmica de un edificio son la transmitancia térmica (U), que representa la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo como consecuencia de una diferencia de temperatura entre sus cara, es una característica de los muros, cubiertas, suelos y huecos; y el factor solar modificado (F), que es cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si se sustituyera el acristalamiento por un hueco perfectamente transparente, es una característica de los huecos.

Los límites para la comprobación dependen del clima concreto en el que se ubica el proyecto; del uso del edificio, que se tiene en cuenta mediante el factor solar modificado correspondiente al régimen de refrigeración; de la orientación, puesto que la radiación solar es distinta para las distintas orientaciones; y del porcentaje de acristalado.

El estudio de la limitación de la demanda energética del recinto de la piscina se ha realizado contrastando los resultados de 5 tipos distintos de fachadas (2 tipos generales, con sus variantes) para determinar cuál de ellas es la más favorable, y la que su demanda de energía es menor.

Las hipótesis de fachadas son las siguientes:

1. FACHADA TRADICIONAL

- 1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm
- 1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm
- 1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + aplacado de madera exterior

2. FACHADA VENTILADA

- 2.1. Fachada ventilada de fábrica
- 2.2. Fachada ventilada de GRC

8.1.1. Datos previos

Como datos previos para el cálculo de la limitación de la demanda hay la determinación de la zona climática, que en nuestro caso se trata de una zona C1; la clasificación de los espacios, nuestro recinto se trata de un espacio habitable con una alta carga térmica y una clase de higrometría 5; y la definición del envolvente, que tendríamos las 4 fachadas, la cubierta, el suelo y los huecos.

8.1.2. Demanda energética

Antes de empezar a comprobar la demanda energética del recinto de la piscina, se deberán calcular los parámetros característicos de sus cerramientos y particiones; como ya se ha dicho anteriormente dichos parámetros son la transmitancia térmica en caso de muros, cubiertas, suelos y huecos; y el factor solar modificado solamente en caso de los huecos. En el apéndice E del CTE DB-HE1 se explica cómo realizar esos cálculos.

A continuación se observan cuáles son las transmitancia térmicas para los cerramientos:

CERRAMIENTO	U _{M,m} (W/m²K)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	
MURO	0,684
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 2)	0,44
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 4)	0,42
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	
MURO	0,584
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 2)	0,40
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 4)	0,38
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	
MURO	0,451
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 2)	0,33
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 4)	0,31
2.1. Fachada ventilada de fábrica	
MURO	0,702
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 2)	0,45
MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO (FACHADA 4)	0,43
Cubierta	
MURO	0,772
Suelo	
SUELO	0,50
Huecos	
VIDRIOS	1,80
MARCOS	3,20

Figura 8.1.2.1. Transmitancia térmica de los cerramientos

Con estos datos se comprobará que las transmitancias térmicas son inferiores a los valores límite que figuran en la tabla 2.1. del CTE DB-HE1 para la zona climática en la que se localiza el edificio, en nuestro caso la zona C.

CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES	ZONA C
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables y muros en contacto con el terreno	0,95
Suelos	0,65
Cubiertas	0,53
Vidrios y marcos	4,40
Medianerías	1,00

Figura 8.1.2.2. Transmitancia térmica límites para la zona climática C

Como se observa, todos los valores de todas las hipótesis de fachadas, y de los cerramientos, son inferiores a los de la tabla anterior.

Una vez se ha obtenido la transmitancia térmica de cada uno de los elementos o componentes de la envolvente térmica, deben calcularse los parámetros característicos medios por categoría de elementos y orientaciones, ponderando los parámetros característicos en función de la superficie total para cada caso. En éste cálculo se tendrán en cuenta los puentes térmicos con una superficie mayor a $0,5 \text{ m}^2$, como pueden ser los pilares, los dinteles y las jambas.

A continuación se contemplan los parámetros característicos medios de cada uno de los elementos:

CERRAMIENTO	$U_{M,m}$
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	
FACHADA 1	0,67
FACHADA 2	0,68
FACHADA 3	0,69
FACHADA 4	0,68
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	
FACHADA 1	0,57
FACHADA 2	0,58
FACHADA 3	0,58
FACHADA 4	0,58
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	
FACHADA 1	0,44
FACHADA 2	0,45
FACHADA 3	0,45
FACHADA 4	0,45
2.1. Fachada ventilada de fábrica	
FACHADA 1	0,69

FACHADA 2	0,70
FACHADA 3	0,70
FACHADA 4	0,70
2.2. Fachada ventilada con GRC	
FACHADA 1	0,75
FACHADA 2	0,77
FACHADA 3	0,73
FACHADA 4	0,77
Cubierta	
CUBIERTA	0,27
Suelo	
SUELO	0,50
Huecos	
HUECOS	1,87

Figura 8.1.2.3. Parámetros característicos medios

Se deberá comprobar que la transmitancia térmica media de los distintos tipo de elementos sea inferior a los valores límite que figuran en las tablas 2.2. del CTE DB-HE1 para la zona climática en la que se localiza el edificio, en nuestro caso la zona C1. Dichos valores se visualizan en la tabla siguiente:

ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Llim}: 0,37$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	-	-	-	0,42	-	0,46

Figura 8.1.2.4. Transmitancias térmicas medias límite de la zona climática C1

Como se observa hay una de las 5 hipótesis que no cumple con los valores límite, que se trata de la fachada 2.2. Fachada ventilada de GRC, por lo tanto dicha fachada queda descartada para los siguientes cálculos.

Existen dos fachadas con huecos. La fachada 1 tiene una superficie total de huecos de 32,72% y su orientación es a OESTE, de manera que su transmitancia debe ser inferior a 3,0; la transmitancia térmica es de 1,87, por lo tanto cumple. Para los huecos de la fachada 3, tenemos un porcentaje de 52,5% de superficie de huecos, a una orientación SURESTE, por lo tanto el límite de transmitancia térmica es de 3,5; y la transmitancia térmica es de 1,87, por lo que cumple. Y en cuanto al factor modificado, en la fachada 1, el valor límite será de 0,56; y el factor modificado que existe es de 0,50. En la fachada 3 el límite es de 0,46, al tratarse de una estancia con alta carga interna, el factor modificado existente es de 0,25, de manera que las dos cumplen.

8.1.3. Condensaciones

Después de realizar la comprobación de la demanda energética, será necesario comprobar las condensaciones, tanto en cerramientos como en los puentes térmicos.

El cumplimiento de los valores de transmitancia térmica máxima de la Tabla 2.1. del CTE DB-HE1 asegura la verificación de la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos para espacios de higrometría 4 o inferior; al no tratarse de nuestro caso, ya que el edificio se encuentra en una higrometría 5, se deberá realizar esta comprobación para todos los cerramientos y los puentes térmicos.

8.1.3.1. Condensaciones Superficiales

Para las condiciones ambientales interiores y exteriores de cálculo correspondiente al mes de enero, ha de comprobarse en los cerramientos, incluidos sus puentes térmicos, que el factor de la temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo se puede obtener de la Tabla 3.2. del CTE DB-HE1, según la zona climática y la higrometría, en nuestro caso al tratarse de la zona climática C y de una higrometría 5, tenemos que dicho factor es 0,80.

En la siguiente tabla se hace un resumen de los factores de temperatura de la superficie interior de cada cerramiento y de sus puentes térmicos, comparándolos con el factor de la temperatura de la superficie interior mínimo. Se observa que todos los elementos cumplen.

CERRAMIENTO	$f_{R,si}$	$f_{Rsi,min}$
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm		
FACHADA 1	0,8325	0,725
FACHADA 2	0,83	0,725
FACHADA 3	0,8275	0,725
FACHADA 4	0,83	0,725

1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm		
FACHADA 1	0,8575	0,725
FACHADA 2	0,855	0,725
FACHADA 3	0,855	0,725
FACHADA 4	0,855	0,725
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera		
FACHADA 1	0,89	0,725
FACHADA 2	0,8875	0,725
FACHADA 3	0,8875	0,725
FACHADA 4	0,8875	0,725
2.1. Fachada ventilada de fábrica		
FACHADA 1	0,8275	0,725
FACHADA 2	0,825	0,725
FACHADA 3	0,825	0,725
FACHADA 4	0,825	0,725
Cubierta		
CUBIERTA	0,9325	0,725

Figura 8.1.3.1.1. Factores de temperatura de la superficie interior de cada cerramiento

8.1.3.2. Condensaciones Intersticiales

Esta comprobación es necesaria para todos los cerramientos, excepto los que estén en contacto con el terreno, y los que dispongan de barrera de vapor en la parte caliente del cerramiento.

Se deberán comprobar que la presión de vapor es inferior a la presión de vapor de saturación de cada capa de cada cerramiento.

Para realizar este cálculo antes de todo se deberá calcular la distribución de temperatura, es decir, la temperatura superficial exterior, la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo, y la temperatura superficial interior. Después se calculará la distribución de presión de vapor de saturación, a continuación la distribución de presión de vapor; y ya se podrán contrastar.

En el Anexo 5 de este proyecto, se han realizado dichas comprobaciones para todos los elementos de cada cerramiento, incluidos los puentes térmicos, aunque no sería necesario, ya que solamente hace falta realizar dicha comprobación en los muros. Estos resultados se observan en la tabla siguiente:

1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	P_n	P_{sat}
MURO		
Fábrica de ½ pie de ladrillo visto	1.957,39	1.365,46
Enfoscado hidrófugo	1.969,53	1.366,71
Cámara de aire no ventilada	2.009,97	1.608,62

Aislamiento de lana mineral	2.034,23	3.068,14
Tabique sencillo (40<E<60)	2.357,78	3.304,00
Enyesado	2.454,84	3.399,90

1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	P _n	P _{sat}
MURO		
Fábrica de ½ pie de ladrillo visto (60<G<80)	2.169,67	1.599,23
Enfoscado hidrófugo	2.176,63	1.600,46
Cámara de aire no ventilada	2.199,81	1.834,63
Aislamiento de lana mineral	2.213,72	3.164,60
Tabique sencillo (40<E<60)	2.399,20	3.370,25
Enyesado	2.454,84	3.453,32

1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + aplacado madera	P _n	P _{sat}
MURO		
Madera de pino silvestre 450 a 500 kg/m ³	2.083,56	1.622,66
Cámara de aire ligeramente ventilada	2.092,55	1.710,84
Fábrica de ½ pie de ladrillo (60<G<80)	2.344,26	1.961,17
Enfoscado hidrófugo	2.346,96	1.962,30
Cámara de aire no ventilada	2.355,95	2.175,30
Aislamiento de lana mineral	2.361,34	3.295,97
Tabique sencillo (40<E<60)	2.433,26	3.459,48
Enyesado	2.454,84	3.524,95

2.1. Fachada ventilada de fábrica	P _n	P _{sat}
MURO		
Fábrica de ½ pie de ladrillo visto (40<G<60)	1.451,86	1.261,45
Cámara de aire ligeramente ventilada	1.483,20	1.373,12
Aislamiento de lana mineral	1.502,01	2.695,34
Fábrica de ½ pie de ladrillo (60<G<80)	2.379,61	3.292,41
Enyesado	2.454,84	3.390,54

Figura 8.1.3.2.1. Distribución de vapor de saturación y de presión de vapor

Como se observa, en todas las hipótesis se producen condensaciones intersticiales, por lo tanto para poder solucionarlo y dar como buenas las hipótesis se deberá colocar una barrera de vapor en la zona caliente del cerramiento.

8.1.4. Permeabilidad

Para terminar la comprobación de la limitación de demanda energética se debe cumplir la exigencia básica de permeabilidad al aire de carpinterías de huecos acristalados.

Como se trata de una zona climática C, se necesitará una carpintería de hueco con una permeabilidad al aire inferior a 27m³/hm², es decir las carpinterías deben ser al menos de clase 2, clase 3 o clase 4.

Según la norma UNE EN 12 207:2000, la clasificación de las carpinterías de los huecos viene dada por la tabla siguiente, en la cual según la presión máxima de ensayo y la permeabilidad de aire, se clasifican en clases desde la 0 hasta la 4.

Tabla 6.18.—Clasificación de las ventanas por su permeabilidad al aire

Clase	Presión máxima de ensayo (Pa)	Permeabilidad al aire de referencia a 100 Pa	
		Por superficie total (m ³ /h · m ²)	Por longitud de juntas (m ³ /h · m)
0	—	No ensayada	
1	150	50	12,50
2	300	27	6,75
3	600	9	2,25
4	600	3	0,75

Figura 8.1.4.1. Clasificación de las ventanas por su permeabilidad según la UNE EN 12 207:2000

De manera que para el edificio, las carpinterías de los huecos deberán tener una permeabilidad al aire por superficie total de 3 a 27 como máximo; y por longitud de juntas de 0,75 a 6,75; con unas presiones máxima de ensayo de 600 Pa a 300 Pa.

8.2. Cargas térmicas

Para realizar el análisis de las cargas térmicas del recinto de la piscina, hemos usado el Manual de Aire Acondicionado de CARRIER.

Para realizar el cálculo de las cargas térmicas antes de todo deberemos establecer cuáles serán las condiciones interiores y exteriores de cálculo; y a partir de allí ya podremos calcular las cargas. Dichas cargas se separan en las de refrigeración (en verano) y las de calefacción (en invierno).

A su vez, las cargas de verano se dividen en tres grupos; las exteriores, es decir las que se producen por efectos desde el exterior del recinto, como puede ser la insolación sobre ventanas, paredes y techos; las interiores, es decir las que producen una carga térmica dentro del recinto de la piscina, como pueden ser las cargas debidas a los ocupantes, al alumbrado y a los aparatos; y por último las cargas por ventilación.

Dentro de las cargas de invierno, es decir las de calefacción, también existen exteriores e interiores; aunque normalmente las interiores se desprecian puesto que aportan un extra de calor.

El estudio de las cargas térmicas se realizará contrastando los resultados de las 4 tipos de fachadas distinto que han cumplido con la limitación de la demanda energética, que se tratan de:

1. FACHADA TRADICIONAL
 - 1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm
 - 1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm
 - 1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + aplacado de madera exterior
2. FACHADA VENTILADA
 - 2.1. Fachada ventilada de fábrica

8.2.1. Condiciones de proyecto

Las condiciones de proyecto son aquéllas en las cuales se lleva a cabo el estudio de las cargas térmicas del local y que se recomiendan para las aplicaciones destinadas al confort, a la refrigeración o a la calefacción.

8.2.1.1. Condiciones exteriores de proyecto

- Temperatura seca en verano: 31°C
- Humedad relativa en verano: 68%
- Temperatura seca en invierno: 2°C
- Altitud: 156m

8.2.1.2. Condiciones interiores de proyecto

Las condiciones interiores se han extraído de la normativa de piscina RD 193/1987, de 19 de mayo, y su modificación, Decreto 95/2000, de 22 de febrero, ya que para el uso de piscinas climatizadas las condiciones interiores del local son muy importantes.

- Temperatura seca tanto en verano como en invierno: 28°C
- Humedad relativa tanto en verano como en invierno: 65%

8.2.2. Cargas térmicas de refrigeración (Verano)

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort o las necesarias para desarrollar algún tipo de proceso. Para ello se debe instalar un equipo acondicionador, cuya capacidad se determina de acuerdo con las exigencias de la máxima carga real en un momento determinado.

Para una estimación realista de las cargas debe realizarse un estudio riguroso del local en el cual han de considerarse los aspectos físicos siguientes:

- Orientación del edificio: definir la situación del local con respecto:
 - 1) Puntos cardinales: éstos provocan efectos de sol y de viento sobre el edificio, lo cual repercute en cuanto a la insolación recibida y a las infiltraciones producidas, respectivamente.
 - 2) Estructuras permanentes próximas: causan los conocidos efectos de sombra.
- Destino del local: se refiere a la actividad que se va a llevar a cabo en él.
- Dimensiones del local.
- Materiales de construcción: los que se hayan usado para las paredes, techos, suelos y tabiques.
- Condiciones del ambiente circundante: es decir, hay que tener en cuenta si los espacios de su alrededor se hallan acondicionados o no.
- Dimensiones de ventanas y puertas.
- Ocupantes: se debe estimar el número de personas que pueden encontrarse en el local.
- Alumbrado: considerar la potencia media a usar en hora punta, estableciendo si el alumbrado es directo, indirecto, incandescente o fluorescente.
- Motores, utensilios, maquinaria comercial, equipos electrónicos: es importante conocer la potencia indicada y su empleo, para así considerar su influencia sobre la carga térmica del local.
- Ventilación: existen unas normas de ventilación que establecen unos metros cúbicos por personas o por metro cuadrado de superficies.

Una vez realizado el análisis preciso del local, se puede proceder a estimar la carga teniendo en cuenta tanto el calor procedente del exterior como el que se genera en el interior del local. Para ello se define

el término “día de proyecto”, que sirve para definir las condiciones climatológicas que se suponen en un día de análisis. Se considera como tal aquél en el que las temperaturas de los termómetros secos y húmedos alcanzan su máximo simultáneamente, y apenas existe niebla en el aire que reduzca la radiación solar. EN realidad, rara vez ocurre que todas las cargas internas y externas alcancen su máximo a la misma hora, con lo cual se trabaja con unos factores inferiores a la unidad que sirven para paliar este hecho.

8.2.2.1. Cargas exteriores en verano

Para el cálculo de la carga de refrigeración se trabaja en verano, puesto que es la época más desfavorable del año porque hay que aportar potencia para conseguir las condiciones interiores de confort definidas. Las cargas exteriores consisten en:

- Insolación sobre ventanas: la ganancia por insolación de la superficie de un vidrio ordinario depende de su situación geográfica (latitud), del instante (hora, mes) y de su orientación. Dicha ganancia es debida a la radiación, que está formada por dos componentes:
 - 1) La radiación directa: origina ganancia de calor sólo cuando la ventana es atravesada por los rayos solares.
 - 2) La radiación difusa: origina ganancia de calor cualquiera que sea la posición de la ventana en relación con el sol.

Existen unas tablas que proporcionan los valores de las insolaciones pro unidad de área sobre el vidrio ordinario, comprendiendo los términos de radiación directa y difusa, así como el porcentaje absorbido y transmitido al local.

- Insolación sobre las paredes y el techo: en este caso no se produce radiación como en el vidrio, de forma que las ganancias solares son debidas tanto a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior como al calor solar absorbido por las partes exteriores. Puesto que la intensidad de flujo a través de la estructura es inestable en el transcurso de un día, se trabaja con el concepto de diferencia equivalente de temperatura. Este concepto tiene en cuenta los diferentes tipos de construcción y orientaciones, la situación del edificio (latitud) y las condiciones de proyecto.

Los coeficientes globales de transmisión que tomaremos, serán los que hemos obtenido del apartado anterior de la limitación de la demanda.

- Temperatura del aire exterior: una temperatura exterior más alta que al interior hace que fluya calor a través de las ventanas, tabiques y suelos, produciendo ganancias por transmisión en el local. Se considera en esta partida el cristal total en el local, las paredes no soleadas, los tabiques, las puertas, el techo no exterior y el suelo.

Tal y como se observa en las hojas de cálculos de los anexos, se estima la ganancia solar del cristal de forma separada a la ganancia pro transmisión, mientras que en caso de paredes y techos se calcula conjuntamente. Esto ocurre porque en el cristal se produce reflexión, cosa que no ocurre en los materiales que constituyen las paredes y el techo.

- Viento que sopla contra una pared del edificio: el viento hace que el aire exterior, que tiene mayor temperatura y humedad, se infiltre a través de las rendijas de las puertas y ventanas, resultando una ganancia de calor latente y sensible en el local. Estas infiltraciones suelen evitarse creando una sobrepresión en el local con respecto al exterior; como resultado, el aire fluye hacia donde hay menos presión y se evitan así, las infiltraciones, la penetración de olores, la entrada de polvo y las corriente de aire incontroladas.

Como consecuencia a lo expuesto, en el cálculo de la carga térmica del recinto de la piscina se menosprecian las posibles infiltraciones producidas por el viento.

- Aire exterior necesario para la ventilación: generalmente, se necesita aire exterior para renovar el interior y suprimir olores. Este aire de ventilación impone una carga de enfriamiento al equipo acondicionador ya que éste debe sustraer mayor calor o humedad que en el caso de tratar únicamente el aire procedente del espacio acondicionado.

CERRAMIENTO	Carga (W)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	20.684,61
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	20.487,31
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	20.232,82
2.1. Fachada ventilada de fábrica	20.715,73

Figura 8.2.2.1.1. Total cargas exteriores en verano

8.2.2.2. Cargas interiores en verano

Se denominan ganancias interiores las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados. Hasta el momento, las cargas térmicas calculadas (las exteriores) sólo aportan calor sensible puesto que no se produce ningún cambio de estado en el aire.

- Ocupantes: en el cuerpo humano se producen reacciones exotérmicas, que son las que liberan energía, cuya intensidad es variable según el individuo, la actividad desarrollada y la temperatura del ambiente. Este calor llega a las capas superficiales de la piel mediante la circulación sanguínea y se disipa hacia:
 - 1) Las paredes del local por radiación.
 - 2) El aire ambiente por convección en la epidermis y las vías respiratorias.
 - 3) El aire ambiente por evaporación en la epidermis y las vías respiratorias.Cabe destacar que mientras que la intensidad de los intercambios por radiación y convección depende de las diferencias de temperaturas, la intensidad de los intercambios por evaporación depende de la diferencia de las tensiones de vapor.
- Alumbrado: el alumbrado constituye una fuente de calor sensible, lo cual es emitida por radiación, convección y conducción. Se consideran dos tipos de alumbrado: el de incandescencia y el de fluorescencia, los cuales deben de ser tratados de forma distinta.

Las lámparas incandescentes transforman en luz un 10% de la energía absorbida, mientras que el resto se transforman en calor que se disipa por radiación, convección y conducción. Aproximadamente, un 80% de la potencia absorbida se disipa por radiación, y sólo un 10% lo hace por convección y conducción.

Los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida e luz, otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes del local y el resto se disipa por convección y conducción. Debe tenerse en cuenta que al reactancia emite un calor que representa el 20% de la energía absorbida, lo cual es equiparable a la absorción del 80% de energía por parte del tubo fluorescente.

A efectos prácticos, si el alumbrado es fluorescente la potencia que produce debe multiplicarse por un factor igual a 1,25 que resulta el pico de energía absorbida en este tipo de tubos al producirse el arranque.

- Aparatos o utensilios diversos: la mayoría de los aparatos son, a la vez, fuente de calor sensible y latente. En muchos casos se produce una disminución importante de ganancias por medio de campanas de extracción ventiladas mecánicamente.

Lo común es valorar la potencia que se emite por el aparato en su uso medio, teniendo en cuenta la duración de su utilización puesto que es vital para no sobredimensionar la instalación.

En el recinto de la piscina no se han tenido en cuenta ningún tipo de aparatos, puesto que todos los necesarios para el funcionamiento de la piscina están en un cuarto independiente.

CERRAMIENTO	Carga (W)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	31.050,00
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	31.050,00
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	31.050,00
2.1. Fachada ventilada de fábrica	31.050,00

Figura 8.2.2.2.1. Total cargas interiores en verano

8.2.2.3. Cargas debidas a la ventilación

Existen dos tipos de ventilaciones que aportan calor y que, por tanto, hay que considerar en el análisis de cargas realizado. Dichas cargas son debidas a la ventilación by-pass y a la ventilación del caudal tratado, las cuales se definen a continuación:

- Ventilación by-pass: este concepto hace referencia al porcentaje de aire que pasa a través del equipo de acondicionamiento sin sufrir ningún cambio, es decir, sin ser tratado. Con el fin de simplificar los cálculos, y puesto que la situación es más desfavorable, no se considera la existencia de aire de retorno procedente del local. Se define el porcentaje mencionado como BF y depende de:

- 1) La superficie externa de intercambiador: a una disminución de ésta corresponde un aumento del BF.
- 2) La velocidad del aire: una disminución de la velocidad se traduce en una disminución del BF, puesto que el tiempo de contacto entre el aire y la superficie de intercambio es mayor.

- Ventilación de aire tratado: el aire que es tratado por el quipo acondicionador está formado por el aire exterior menos el porcentaje de aire by-pass que no ha sufrido cambio alguno. Su expresión es 1-BF y se llama factor de contacto CF. El tratamiento de este aire supone una carga térmica adicional a sumar al calor efectivo total calculado, aunque no intervenga directamente sobre la carga estimada en el local.

CERRAMIENTO	Carga (W)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	11.773,25
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	11.773,25
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	11.773,25
2.1. Fachada ventilada de fábrica	11.773,25

Figura 8.2.2.3.1. Total cargas debidas a la ventilación

8.2.3. Cargas térmicas de calefacción (Invierno)

Se calculan las cargas térmicas en invierno en el local con la finalidad de dimensionar la potencia de calefacción necesaria para conseguir las condiciones de confort adecuadas. En este caso deben tenerse en cuenta aquellas cargas que extraen calor del interior, al contrario de lo expuesto para la refrigeración del espacio. En consecuencia, los aspectos físicos que influyen son:

- Puntos cardinales.
- Destino del local.
- Dimensiones del local.
- Materiales de construcción.
- Condiciones del ambiente circundante.
- Dimensiones de ventanas y puertas.
- Existencia de paredes medianeras: equivale a las paredes no soleadas que se consideran en el caso de refrigeración.
- Ocupantes: éstos no deben tenerse en cuenta como carga térmica, sino como dato para determinar el caudal de aire exterior.
- Ventilación.

8.2.3.1. Cargas exteriores en invierno

Dichas cargas son producidas principalmente debido a:

- Transmisiones: en invierno no existe ganancia de calor puesto que al temperatura exterior es inferior a la interior y que no existe insolación. Por ello, se calculan las pérdidas de calor producidas por la transmisión a través de elementos como cristales, paredes, paredes medianeras, tabiques, puertas,

techos y suelos. Para el cálculo en cristales y paredes es importante conocer su orientación, puesto que de ella dependen unos coeficientes multiplicadores que se aplican.

- **Infiltraciones:** se deprecian las posibles infiltraciones de aire frío procedente del exterior a través de rendijas y puertas, ya que se crea un ambiente de sobrepresión en el interior del local.
- **Incremento de altura:** en espacios cuya altura supere los 4 metros, se aplica un porcentaje del 2% sobre el sub-total de pérdidas por cada metro de altura adicional. Suele aplicarse en oficinas de naves industriales.

CERRAMIENTO	Carga (W)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	78.548,39
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	76.210,52
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	73.192,02
2.1. Fachada ventilada de fábrica	78.920,44

Figura 8.2.3.1.1. Total cargas exteriores en invierno

8.2.3.2. Cargas interiores en invierno

Al realizar el cálculo de las cargas térmicas en invierno, no se consideran las internas puesto que éstas producen calor y son favorables al dimensionamiento de la potencia de calefacción necesaria. Es decir, sólo deben tenerse en cuenta aquellas cargas que producen una disminución del calor en el espacio acondicionado.

8.2.4. Cargas totales

CERRAMIENTO	Pot. Frío (kW)	Pot. Calor (kW)	Pot. TOTAL (kW)
1.1. Fachada tradicional con muro de 14cm	68,68	78,55	147,23
1.2. Fachada tradicional con muro de 29cm	68,46	76,21	144,67
1.3. Fachada tradicional con muro de 14cm + madera	68,18	73,19	141,37
2.1. Fachada ventilada de fábrica	68,72	78,92	147,64

Figura 8.2.4.1. Total cargas

Después de dicho estudio, se observa que la fachada 1.3. es la que tiene mejor comportamiento para nuestro recinto.

8.3. Energía Solar

A parte de la instalación de ACS, también se realizará el diseño y dimensionado, de otra instalación basada en la energía solar térmica de baja temperatura, pero esta vez se usará para mantener caliente el agua de la piscina olímpica que estará en el recinto cubierto ubicada en el centro de la escuela. Indicamos que sólo es una instalación para mantener el agua caliente, no para calentar el agua de llenado de todo el vaso, cuando se deba realizar esta acción se deberá aportar una energía auxiliar para calentar el agua de la piscina. En este caso no solo será durante el curso escolar, ya que también en la época de verano se puede organizar diferentes actividades que tengan relación con la piscina. Con estos cálculos, y con un análisis tanto medioambiental como de amortización, se decidirá si resultará efectivo colocar la instalación o no; y también se realizará un análisis con las dos instalaciones juntas para decidir si ambas instalaciones son más rentables que cada una por separado.

8.3.1. Datos previos

Los datos previos serán más o menos los mismos que se han usado para la instalación de ACS. Se pueden resumir en los siguientes puntos:

8.3.1.1. Descripción del edificio

Como se comentaba en el apartado 7.3. de la instalación de ACS, se ha considerado el edificio separado en dos partes, una donde está todo lo relacionado con el centro escolar; y por otro lado el recinto de la piscina cubierta con sus vestuarios. Una de las partes es el recinto de la piscina, que como se ha dicho anteriormente está formado por la sala de la piscina, los vestuarios femeninos y masculinos, y por la sala de enfermería. En la parte inferior de las gradas también hay más departamentos, pero no se tienen en cuenta para el cálculo de la instalación e energía solar.

8.3.1.2. Ocupación

Para el cálculo del calentamiento de la piscina no se tiene en cuenta la ocupación de esta, sino las pérdidas por evaporación, convección, conducción, radiación y las ganancias solares.

8.3.1.3. Condiciones exteriores

Las condiciones generales de Rubí son las siguientes:

- Longitud: 41°29'37" Norte
- Latitud: 2°2'13" Este

- Altitud: 156m
- Grado de inclinación óptimo: 36º
- Temperatura agua de servicio: 60º

La tabla de temperaturas medias tanto para verano como para invierno, y la de la radiación solar será la misma que la de la instalación de ACS, en el apartado 7.3.1.3.

8.3.1.4. Condiciones interiores

Las condiciones interiores básicamente interesan para el dimensionado de la instalación para el calentamiento de la piscina, por eso las condiciones interiores de la escuela no se tienen en cuenta.

- Temperatura seca tanto en verano como en invierno: 28ºC
- Humedad relativa tanto en verano como en invierno: 60-65%
- Temperatura de diseño, del agua de la pileta: 26ºC

8.3.2. Cálculos justificativos para el calentamiento de la piscina

El cálculo de esta instalación se ha basado en las normas del RITE (ITE 10.2. Acondicionamiento de piscinas) y el CTE DB-HE4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria).

Como ya se ha comentado anteriormente, esta instalación no se dimensiona según su ocupación, sino según las pérdidas de calor que se producen entre el agua de la piscina y el ambiente interior del recinto.

Tenemos 5 tipo de pérdidas de calor del agua y también se debería tener en cuenta las ganancias por aportación de calor solar directa, aunque al ser nuestro recinto errado, no se tendrán en cuenta. En cambio sí que se tendrán en cuenta las pérdidas, que hay las pérdidas por evaporación (desde la superficie del agua, desde el suelo mojado alrededor de la piscina y desde el cuerpo de las personas mojadas), también las pérdidas por convección de la superficie de agua de la piscina, por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos, por conducción a través de las paredes de la pileta y por renovación del agua de la pileta.

En las siguientes tablas se visualiza un resumen de los resultados. Como se observa se necesitan 105 captadores de las mismas características que los usados para el ACS, para cubrir las necesidades del calentamiento de la piscina. En total una superficie de 271,95 m²; y una fracción solar del 31,82%.

Como ya se ha comentado anteriormente no existen ganancias solares, por eso la fila de éstas es nula.

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
TEMP. RED (°C)	8,00	9,00	11,00	13,00	14,00	15,00
TEMP. DISEÑO (°C)	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
TEMP. AMBIENTE (°C)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
TEMP. MEDIA DIURNA (°C)	9,90	10,80	13,40	15,20	18,70	22,90
TEMP. AMBIENTE MEDIA (°C)	18,95	19,40	20,70	21,60	23,35	25,45
P.Evaporación pileta	357,15	349,89	324,19	301,31	240,68	127,05
P.Evaporación pers. y suelo	634,29	602,75	511,64	448,56	325,91	178,72
P.Conducción	2.705,85	2.734,20	2.816,10	2.872,80	2.983,05	3.115,35
P.Convección	710,64	665,28	534,24	443,52	267,12	55,44
P.Radiación	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Ganancias Solares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energía Necesaria (MJ/día)	4.408,50	4.352,70	4.186,74	4.066,76	3.817,32	3.477,13
Radiación a 40º (MJ/m2)	12,08	13,89	18,05	18,84	19,89	21,14
Radiación efec. (MJ/m2)	11,36	13,06	16,97	17,71	18,70	19,87
Horas de sol al día	7,5	8	9	9,5	9,5	9,5
Intensidad rad. (W/m2)	420,56	453,35	523,67	517,82	546,68	581,04
Temp. Mediana (°C)	9,9	10,8	13,4	15,2	18,7	22,9
Rendimiento captador	0,18	0,22	0,30	0,31	0,36	0,41
Rad. Aprovecha capt.	2,00	2,89	5,14	5,55	6,72	8,12
Rad. Aprovecha sist.	1,70	2,45	4,37	4,72	5,71	6,90
Sup. Captación	2588,24	1774,69	957,92	861,94	668,15	503,78
Nº captadores	999,32	685,21	369,85	332,79	257,97	194,51
Nº captadores elegidos	105,00					
Sup. Captadores elegidos	271,95					
% contr. solar mensual	10,51	15,32	28,39	31,55	40,70	53,98
Rad. Aporta capt.TOTAL	463,21	667,00	1188,60	1283,11	1553,73	1877,01
% contr. Solar anual	31,82					

MES	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.
TEMP. RED (°C)	16,00	15,00	14,00	13,00	11,00	8
TEMP. DISEÑO (°C)	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26
TEMP. AMBIENTE (°C)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28
TEMP. MEDIA DIURNA (°C)	25,30	25,60	22,30	19,10	13,60	10,3
TEMP. AMBIENTE MEDIA (°C)	26,65	26,80	25,15	23,55	20,80	19,15

<i>P.Evaporación pileta</i>	32,77	19,05	146,83	232,06	321,87	354,01
<i>P.Evaporación pers. y suelo</i>	94,62	84,10	199,75	311,89	504,63	620,27
<i>P.Conducción</i>	3.190,95	3.200,40	3.096,45	2.995,65	2.822,40	2.718,45
<i>P.Convección</i>	-65,52	-80,64	85,68	246,96	524,16	690,48
<i>P.Radiación</i>	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
<i>Ganancias Solares</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
<i>Energía Necesaria (MJ/día)</i>	3.253,38	3.223,48	3.529,28	3.787,13	4.173,63	4.383,79
<i>Radiación a 40º (MJ/m2)</i>	21,91	21,26	19,7	16,16	12,36	11,26
<i>Radiación efec. (MJ/m2)</i>	20,60	19,98	18,52	15,19	11,62	10,58
<i>Horas de sol al día</i>	9,5	9,5	9	9	8	7
<i>Intensidad rad. (W/m2)</i>	602,20	584,34	571,54	468,84	403,42	420,02
<i>Temp. Mediana (ºC)</i>	25,3	25,6	22,3	19,1	13,6	10,3
<i>Rendimiento captador</i>	0,43	0,43	0,40	0,31	0,19	0,18
<i>Rad. Aprovecha capt.</i>	8,95	8,58	7,40	4,72	2,25	1,90
<i>Rad. Aprovecha sist.</i>	7,61	7,30	6,29	4,01	1,91	1,62
<i>Sup. Captación</i>	427,43	441,78	560,88	944,91	2181,53	2709,75
<i>Nº captadores</i>	165,03	170,57	216,56	364,83	842,29	1046,24
<i>Nº captadores elegidos</i>	105,00					
<i>Sup. Captadores elegidos</i>	271,95					
<i>% contr. solar mensual</i>	63,62	61,56	48,49	28,78	12,47	10,04
<i>Rad. Aporta capt.TOTAL</i>	2069,94	1984,31	1711,20	1089,95	520,29	439,96
<i>% contr. Solar anual</i>	31,82					

Figura 8.3.2.1. Resumen de las pérdidas de la piscina

La contribución solar anual, o lo que es lo mismo la fracción solar, se ciñe al mínimo que marca el CTE DB-HE4 que es el 30% para el calentamiento de la piscina.

Es por eso que, tanto en la instalación de ACS como en la del calentamiento de la piscina se podrían poner más captadores, sin sobrepasar ningún mes en más del 100% la contribución solar mensual, pero esto supondría un coste económico que se debería estudiar si sale rentable o no. En nuestro caso hemos dejado tal cual, con una fracción solar sobre el 30%.

8.3.3. Ubicación de los captadores

Los captadores estarán ubicados en la misma zona que los captadores para el ACS, es decir en la parte noreste del edificio, encima de la zona de primaria; y con la misma orientación e inclinación. Sus pérdidas por orientación e inclinación, al encontrarse en la misma zona que los otros captadores, serán

las mismas, es decir entre el 0 al 5%, por lo tanto cumplen con el CTE DB-HE4, ya que el máximo es del 10%. Y en el caso de las pérdidas por sombra, al igual que pasaba con los captadores de ACS, se manifiesta que no existen debido a que están situadas en la parte más alta de todo el edificio, y mirando hacia al sur, todos los terrenos, casas, etc., están por un nivel inferior al que se encuentran nuestros captadores.

8.3.4. Impacto medioambiental y amortización

En este apartado se analizará según el tiempo de amortización de nuestra instalación y el impacto medioambiental que provoca, si la instalación para el calentamiento de la piscina es rentable o no; igual que se ha realizado para la instalación de ACS.

ENERGÍA AUXILIAR	Gasóleo C	Gasóleo C B. Temperatura	Gas Natural	Gas Natural Condensación
Coste	0,101714€/kWh	0,093291€/kWh	0,07251€/kWh	0,07182€/kWh
Ahorro económico anual	8.276,41 €	7.591,04 €	5.900,07 €	5.843,95 €
Coste de la instalación	±100.000 €	±100.000 €	±100.000 €	±100.000 €
Amortización (años)	12,08	13,17	16,95	17,11

Figura 8.3.4.1. Amortización de la instalación

En la tabla anterior se observa que el gas natural no tarda tanto tiempo en amortizar la instalación, por eso sería más adecuado, debido a que su coste es menor, usar gas natural con una caldera de condensación.

El impacto ambiental se encuentra a continuación:

Energía auxiliar	kg/kWhCO ₂	g/kWhSO ₂	g/kWhNO ₂	g/kWhCOV's	g/kWhCO	g/kWhN ₂ O
Gasóleo	33.280,11	83.973,27	47.601,13	10.496,66	20.260,99	6.102,71
Gas Natural	23.515,77	732,33	28.886,15	42.556,22	46.706,06	1.546,02

Figura 8.3.4.2. Emisiones producidas por cada energía

En este caso, al elegir el gas natural como energía auxiliar, se observa que es el que produce menos emisiones a la atmósfera, por eso por un lado se ahorra menos pero porqué se produce menos.

Ahora se realizará el mismo análisis pero con las dos instalaciones juntas. Primero la amortización y segundo el impacto ambiental, que está reflejado en las tablas siguientes:

ENERGÍA AUXILIAR	Gasóleo C	Gasóleo C B. Temperatura	Gas Natural	Gas Natural Condensación
Coste	0,101714€/kWh	0,093291€/kWh	0,07251€/kWh	0,07182€/kWh
Ahorro económico anual	10.451,27 €	9.585,79 €	7.450,51 €	7.379,62 €
Coste de la instalación	±125.000 €	±125.000 €	±125.000 €	±125.000 €
Amortización (años)	11,96	13,04	16,78	16,94

Figura 8.3.4.3. Amortización de las instalaciones

Energía auxiliar	kg/kWhCO ₂	g/kWhSO ₂	g/kWhNO ₂	g/kWhCOV's	g/kWhCO	g/kWhN ₂ O
Gasóleo	39.832,97	100.507,65	56.973,81	12.563,46	24.250,39	7.340,33
Gas Natural	28.146,04	876,52	34.573,85	50.935,56	55.902,51	1.850,43

Figura 8.3.4.4. Emisiones producidas por cada energía

La conclusión con este análisis, es que las dos instalaciones juntas nos salen rentables si se usa gas natural con una caldera a condensación, ya que se amortizará la instalación en 17 años, su coste es más reducido que los demás, y produce menos emisiones a la atmósfera.

8.4. Estructura del recinto

8.4.1. Acciones previstas de cálculo

En la evaluación de las acciones para determinar a qué acciones estará sometida la estructura del recinto de la piscina, se ha tenido en cuenta el Código Técnico de la edificación CTE SE-AE “Seguridad estructural acciones en al edificación”. En base a esta normativa se han evaluado las accione gravitatorias, las sobrecargas de uso y de nieve.

8.4.1.1. Acciones permanentes

Son producidas por el peso de los elementos constructivos, de los objetos que pueden actuar en razón de su uso y de la nieve.

- Peso propio: es debido al peso de los elementos estructurales, los cerramientos y los elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpintería, revestimientos, rellenos y el equipo fijo. El valor característico del peso propio se determina como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C del CTE SE-AE se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

El peso propio es el referente a toda la estructura de madera que conforman las vigas principales y las viguetas, más los elementos de cerramiento, que según se puede comprobar en el Anexo 7 el valor es de116kp/m².

8.4.1.2. Acciones variables

Son las cargas que pueden variar en magnitud y posición en función del tiempo, se pueden clasificar en:

- Sobrecarga de uso: es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la tabla 3.1 del CTE SE-AE; dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado. En el caso de la cubierta del recinto de la piscina no se han tenido en cuenta las sobrecargas de uso.
- Nieve: es la carga que debe soportar la estructura en caso de nevada. La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del

lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Para determinar la carga de nieve se adoptarán los valores de la tabla 3.6 del CTE SE-AE, en el cual para Barcelona la sobrecarga de nieve es de 40kp/m².

8.4.1.3. Hipótesis de cargas

Tipo	Peso Propio (kp/m ²)	Sobrecargas de nieve (kp/m ²)	TOTAL (kp/m ²)
Cubierta	116	40	156

Figura 8.4.1.3.1. Hipótesis de carga para la cubierta del recinto de la piscina

8.4.1.4. Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad adoptados afectan tanto a las características mecánicas de los materiales usados, como a las acciones que solicitaran a la estructura.

El coeficiente de minoración de resistencia, se aplica de diferente forma en los elementos, en función de diversos parámetros, los cuales el más relevante es el tipo de material que los constituyen.

Para las cargas permanentes y el peso propio se aplicará un coeficiente de seguridad de 1,35; y para las sobrecargas y acciones normales 1,5.

Por lo tanto, la hipótesis de cargas una vez aplicados los coeficientes de seguridad serán:

Cubierta → (116x1,35)+(40x1,5)=216,6kp/m²

8.4.2. Forjado

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructura para la edificación que nos ocupa son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la facilidad constructiva, la modulación y las posibilidades de mercado.

Para la validez de las vigas principales y las cerchas o viguetas, se han realizado las comprobaciones de las deformaciones, a cortante, y de vuelco. Al realizar la estructura con madera laminada encolada, todos los cálculos para las comprobaciones se han extraído del libro de Francisco Arriaga, “Estructura de madera: diseño y calculo” y del Código Técnico de la Construcción, documento básico SE-M (Seguridad estructural de la Madera).

El sistema estructural se compone de 9 vigas principales se madera laminada encolada GL36h con una sección de 2,30x0,42m; y 38 cerchas o viguetas, también de madera laminada encolada GL36h, con una sección de 0,40x0,16m. En las dos vigas de borde principales se encuentra un arriostramiento

triangular formado por las mismas cerchas citadas anteriormente (sección 0,40x0,16 m), cada 6m, es decir, cada 6 cerchas.

8.4.3. Pilares

Para la validez de los pilares usados, se han realizado la comprobación de predimensionado al pandeo. También hemos extraído los cálculos del libro de Francisco Arriaga y del CTE DB-SE-M.

El sistema estructural también estará compuesto de pilares de madera laminada encolada GL36h, de sección 30x40cm; y con una altura de 2,60m (entre la zapata y el pilar habrá un dado de hormigón de 0,70m de profundidad y una base de 0,60x0,50m, 20cm más que las dimensiones del pilar).

8.3.4. Cimentación

Para el cálculo de la cimentación se ha estimado una tensión admisible del terreno de 25T/m², necesaria para el cálculo de la cimentación, a la espera de la realización del correspondiente estudio geotécnico para determinar si la solución prevista para la cimentación.

A parte del predimensionado de las zapatas, también se deberá realizar todo el cálculo de las armaduras, tanto longitudinales como transversales y los recubrimientos; y las esperas no se calcularán ya que al haber un dado de hormigón entre el pilar y la cimentación, las esperas que s colocarán serán desde la parte superior del dado donde se anclará una base, hasta la parte superior de la armadura de la zapata, donde se apoyarán las esperas. A todos estos cálculos deberemos realizar las comprobaciones de las tensiones en el terreno debidas al momento actuante en el pilar, las tensiones debidas a la ley de Navier, la comprobación al vuelco, al deslizamiento y al cortante.

La cimentación estará formada por zapatas aisladas. Las zapatas intermedias tendrán unas dimensiones de 2,00x1,50 m; y las zapatas de esquina 1,60x1,20 m; ambas con una altura de 0,40 m. Todas las zapatas son aisladas y centradas con los pilares, menos la zapata nº5 que tiene las dimensiones de una zapata intermedia, pero con excentricidad.

En cuanto a las armaduras: las zapatas intermedias, y la nº5, tendrán una armadura paralela al lado menor de 8ø16 sin patilla, y paralela al lado mayor 8ø16 con patilla normalizada de 8cm. Las zapatas de esquina tendrán una armadura paralela al lado menor de 8ø14, y paralela al lado mayor 6ø14; ambas con patilla normalizada de 7cm. La separación entre barras será de manera que en las zapatas intermedias, y la nº5, las barras paralelas a la dirección A (es decir al lado mayor) se repartirán uniformemente en todo el ancho B, con una separación entre ellas de 22,96cm; las de las zapatas de esquina también se repartirán uniformemente en todo el ancho pero con una separación entre ellas de

17,28cm. En cambio, en el lado paralelo a la dirección B (el lado menor), primero tenemos que calcular la banda central; que en las zapatas intermedias la banda central es igual a B, y se colocarán 6 barras en la banda central con una separación de 28,08cm entre ellas, y 1 barra en cada banda lateral con una separación de 15,40cm; las zapatas de esquina también su banda central es igual a B, se colocarán 6 barras en la banda central con una separación de 22,32cm entre ellas, y 1 barra en cada

banda lateral con una separación de 6,00cm.

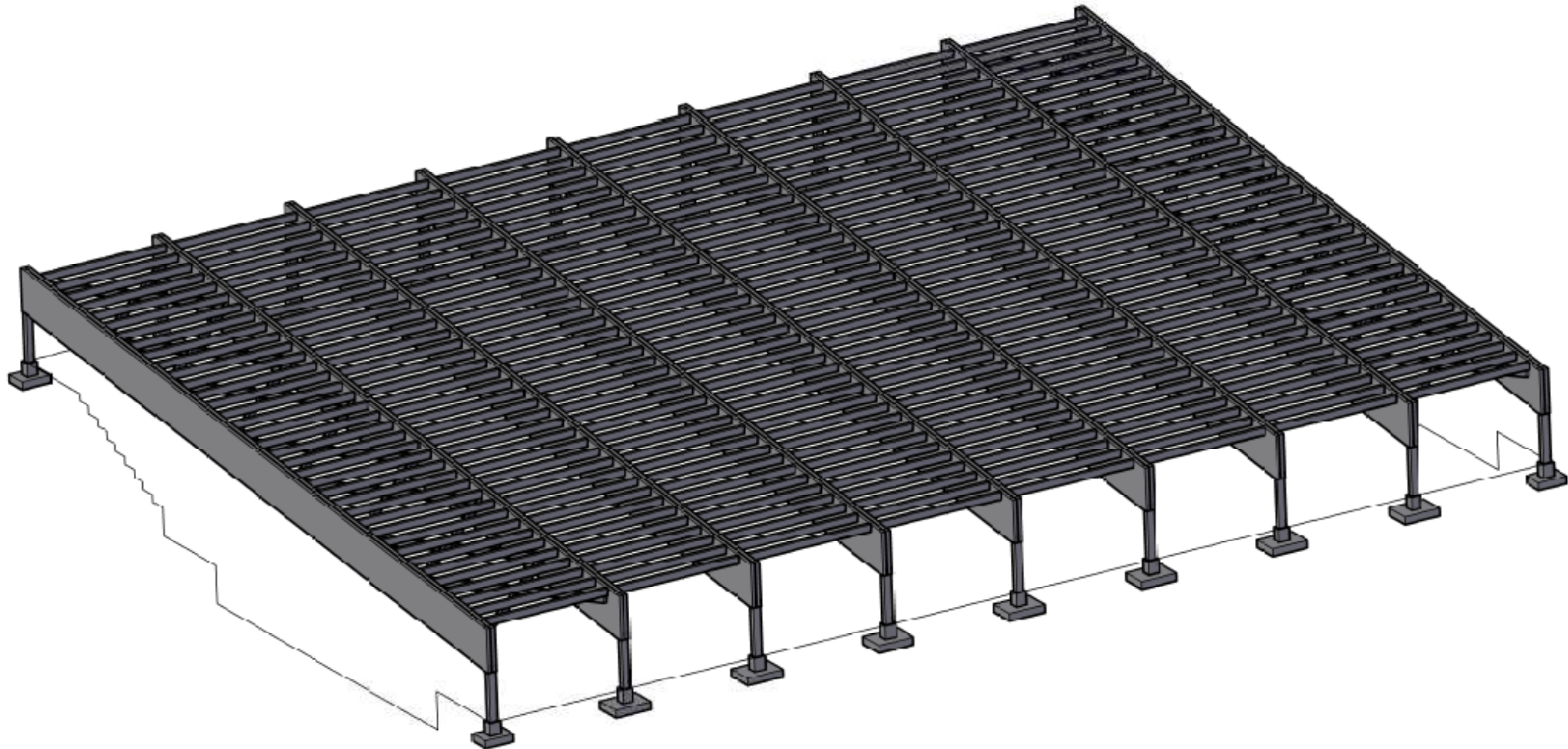


Figura 8.4.1..1. Esquema de la estructura del recinto de la piscina

9. CONCLUSIONES

En el estudio realizado del primer objetivo del proyecto (la demanda energética del recinto de la escuela mediante el programa Desing Builder), finalmente se han efectuado dos hipótesis: en la primera de ellas se ha comprobado la demanda energética únicamente con el edificio sin ningún tipo de mejora; en la segunda, en cambio, se han introducido diferentes mejoras: la instalación de agua caliente sanitaria; la incorporación de lamas en las ventanas a este, oeste y sur; el cambio de acristalamiento de simple a doble; el aumento del 40% del aislamiento y la incorporación de una barrera de vapor en paredes exteriores y cubiertas; y el aumento del espesor de la pared exterior del edificio.

A partir de los resultados obtenidos en ambas hipótesis, se observa que en la segunda hipótesis la demanda energética interior del edificio es más eficaz que en la primera, por lo tanto, se darán por válidas todas las mejoras realizadas en el edificio, anteriormente citadas.

En el segundo objetivo de este proyecto, por un lado se ha realizado el cálculo de la estructura de la piscina, formado por zapatas aisladas de hormigón armado que transmiten al terreno las cargas recibidas de las vigas de madera laminada encolada a los pilares del mismo material. Tras varias comprobaciones, se ha optado por la utilización de una viga de unos 45 m de longitud para no disponer de pilares en mitad de la piscina olímpica ni en las gradas; este motivo ha supuesto que el canto de la viga aumente hasta 2,3 m.

Por otro lado se estudian diversos tipos de cerramiento para el recinto de la piscina; a los que cumplen con todos los apartados incluidos en el CTE-DB-HE1 (demanda energética, condensaciones y permeabilidad al aire) se les ha realizado el estudio de las cargas térmicas para verificar con cuál de ellos se obtiene la menor. En este caso, tras los resultados conseguidos se ha llegado a la conclusión de que el cerramiento con menos carga térmica y por lo tanto más eficiente para el recinto de piscina es el formado por una fachada tradicional con muro de 14 cm añadiendo un aplacado de madera al exterior.

Uno de los propósitos que formaba parte de los dos objetivos anteriores, era el diseño y dimensionado de la instalación de agua caliente sanitaria por un lado, y el calentamiento de la piscina por otro. A partir de los cálculos sobre las emisiones contaminantes y la amortización de las instalaciones, se ha llegado a la conclusión de que es más rentable el uso de las dos instalaciones conjuntas, usando gas natural con una caldera de condensación como energía auxiliar, que empleando cada una por separado. De esta manera las instalaciones se habrán amortizado en 17 años.

10. BIBLIOGRAFÍA

Para la realización del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes referencias bibliográficas:

- Argüelles Álvarez, R. y Arriaga Martitegu, F. (1996-200), *Estructura de Madera: Diseño y cálculo*
- Ajuntament de Rubí [www.ajrubi.es, abril del 2009]
- Carrier. (1986), *Manual de aire acondicionado*
- Chanes, R. (1979), *Deodendron – Árboles y arbustos de jardín en clima templado*
- CTE: *Código Técnico de la Edificación*
- EMISON [www.emison.com, mayo del 2009]
- Gauthier, P. (2004), *Manual Técnica – La construcción con madera laminada*
- Generalitat de Catalunya – Departament d'Ensenyament (2001), *Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics*
- Generalitat de Catalunya – Departament de Medi Ambient (1999), *Catàleg de residus de Catalunya*
- Karl-Heinz Götz, Dieter Hoor, Karl Möhler, Julius Natter (1993) – *Construire en bois*
- REAL DECRETO 193/1987 – *Reglamento Sanitario de piscinas de uso colectivo*
- REAL DECRETO 95/2000 – *Normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público*
- REAL DECRETO 396/2006 – Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- REAL DECRETO 1247/2008 – *Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)*
- RITE (1998) – *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*
- Sánchez Mazaira, A. (1992) – *La madera laminada encolada*
- SOLAREC [http://re.jrc.ec.europa.eu/solarec/]
- UNE-EN 12193:2000 - *Iluminación de instalaciones deportivas*

ANEXOS

